ISSN 0365-4508

ARQUIVOS DO MUSEU NACIONAL

Nunquam aliud natura, aliud sapienta dicit
Juvenal, 14, 321
In silvis academi quoerere rerum,
Quamquam Socraticis madet sermonibus
Ladisl. Netto, *ex Hor*

VOL.LXII

N.3

RIO DE JANEIRO
Julho/Setembro
2004

Arquivos do Museu Nacional

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Reitor
Aloísio Teixeira

Museu Nacional

Diretor
Sérgio Alex K. Azevedo

Editor Geral
Célia Ricci

Editores de Área
Alexander Wilhelm Armin Kellner
Cátia Antunes de Mello Patiu
Ciro Alexandre Ávila
Débora de Oliveira Pires
Gabriel Luiz Figueira Mejdalani
Isabel Cristina Alves Dias
João Alves de Oliveira
Marcelo Araújo de Carvalho
Maria Dulce Barcellos Gaspar de Oliveira
Marília Lopes da Costa Facó Soares
Miguel Angel Monné Barrios
Ulisses Caramaschi
Vânia Gonçalves Lourenço Esteves

Normalização
Vera de Figueiredo Barbosa

Diagramação e arte-final
Célia Ricci, Lia Ribeiro

Conselho Editorial

André Pierre Prous-Poirier
Universidade Federal de Minas Gerais

David G. Reid
The Natural History Museum - Reino Unido

David John Nicholas Hind
Royal Botanic Gardens - Reino Unido

Fábio Lang da Silveira
Universidade de São Paulo

François M. Catzeflis
Institut des Sciences de l'Évolution - França

Gustavo Gabriel Politis
Universidad Nacional del Centro - Argentina

John G. Maisey
Americam Museun of Natural History - EUA

Jorge Carlos Della Favera
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

J. Van Remsen
Louisiana State University - EUA

Maria Antonieta da Conceição Rodrigues
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Maria Carlota Amaral Paixão Rosa
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Maria Helena Paiva Henriques
Universidade de Coimbra - Portugal

Maria Marta Cigliano
Universidad Nacional La Plata - Argentina

Miguel Trefaut Rodrigues
Universidade de São Paulo

Miriam Lemle
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Paulo A. D. DeBlasis
Universidade de São Paulo

Philippe Taquet
Museum National d'Histoire Naturelle - França

Rosana Moreira da Rocha
Universidade Federal do Paraná

Suzanne K. Fish
University of Arizona - EUA

W. Ronald Heyer
Smithsonian Institution - EUA

ARQUIVOS

DO

MUSEU NACIONAL

VOLUME 62

NÚMERO 3

JULHO/SETEMBRO
2004

RIO DE JANEIRO

Arq. Mus. Nac.	Rio de Janeiro	v.62	n.3	p.229-340	jul./set.2004

ISSN 0365-4508

Arquivos do Museu Nacional, mais antigo periódico científico do Brasil (1876), é uma publicação trimestral (março, junho, setembro e dezembro), com tiragem de 1000 exemplares, editada pelo Museu Nacional/ Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem por finalidade publicar artigos científicos inéditos nas áreas de Antropologia, Arqueologia, Botânica, Geologia, Paleontologia e Zoologia. Está indexado nas seguintes bases de dados bibliográficos: Biological Abstracts, ISI – Thomson Scientific, Ulrich's International Periodicals Directory, Zoological Record, NISC Colorado e Periodica.

As normas para preparação dos manuscritos encontram-se disponíveis em cada número dos *Arquivos* e em htttp://acd.ufrj.br/~museuhp/publ.htm. Os artigos são avaliados por, pelo menos, dois especialistas na área envolvida e que, eventualmente, pertencem ao Conselho Editorial. O conteúdo dos artigos é de responsabilidade exclusiva do(s) respectivo(s) autor(es).

Os manuscritos deverão ser encaminhados para Museu Nacional/UFRJ, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Arquivos do Museu Nacional, the oldest Brazilian scientific publication (1876), is issued every three months (March, June, September and December). It is edited by Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro, with a circulation of 1000 copies. Its purpose is the edition of unpublished scientific articles in the areas of Anthropology, Archaeology, Botany, Geology, Paleontology and Zoology. It is indexed in the following bases of bibliographical data: Biological Abstracts, ISI – Thomson Scientific, Ulrich's International Periodicals Directory, Zoological Record, NISC Colorado and Periodica.

Instructions for the preparation of the manuscripts are available in each edition of the publication and at http://acd.ufrj.br/~museuhp/publ.htm. The articles are reviewed, at least, by two specialists in the area that may, eventually, belong to the Editorial Board. The authors are totally responsible for the content of the texts.

The manuscripts should be sent to Museu Nacional/ UFRJ, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Financiamento

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

© 2004 - Museu Nacional/UFRJ

Arquivos do Museu Nacional – vol.1 (1876) –
Rio de Janeiro: Museu Nacional.

Trimestral
Até o v.59, 2001, periodicidade irregular

ISSN 0365-4508

1. Ciências Naturais – Periódicos. I. Museu Nacional (Brasil).

CDD 500.1

Nota

A Comissão de Publicações do Museu Nacional
lamenta a perda do Editor PAULO SECCHIN YOUNG,
em 31 de maio de 2004.

Paulo Secchin Young
1960 - 2004

Os Editores

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.3, p.233-240, jul./set.2004
ISSN 0365-4508

DESCRIÇÃO DA VOCALIZAÇÃO E DO GIRINO DE *PSEUDOPALUDICOLA MINEIRA* LOBO, 1994, COM NOTAS SOBRE A MORFOLOGIA DE ADULTOS (AMPHIBIA, ANURA, LEPTODACTYLIDAE) [1]

(Com 6 figuras)

EMILIANE G. PEREIRA [2]
LUCIANA B. NASCIMENTO [3]

RESUMO: Vocalização, girino, coloração em vida, dimorfismo sexual e aspectos reprodutivos de *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994 são descritos de populações da Serra do Cipó, Minas Gerais, Sudeste do Brasil. O canto de anúncio é composto geralmente por notas de dois pulsos e distingue-se de outras espécies congenéricas pelo número de pulsos por nota e pela faixa de freqüência ocupada. Machos vocalizavam entre a vegetação baixa, sobre solo encharcado em campos abertos de altitude e ao redor de poças temporárias. Os ovos, em número menor que de *P. falcipes* (Hensel, 1867), são pigmentados. As principais diferenças entre as larvas das espécies de *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro, 1926 são a fórmula dentária dos girinos, o número de fileiras de papilas marginais e o formato da mandíbula. Machos são menores que as fêmeas e apresentam saco vocal desenvolvido e calosidades nupciais no prepólex.

Palavras-chave: Anura, Leptodactylidae, *Pseudopaludicola mineira*, vocalização, girino.

ABSTRACT: Description of the vocalization and tadpole of *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994, with notes on adult morphology (Amphibia, Anura, Leptodactylidae).

Vocalization, tadpole, color in life, sexual dimorphism, and reproductive traits of *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994 are described from populations of the Serra do Cipó, Minas Gerais, Southeastern Brazil. The advertisement call is composed mainly by notes with two pulses and is distinguished from other congeneric species by the number of pulses by note and frequency range. Males called from the low vegetation on swampy soil at high altitudinal open fields and around temporary ponds. Eggs, in lower number than in *P. falcipes* (Hensel, 1867), are pigmented. The main differences among the larvae of the species of *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro, 1926 are related to number of labial teeth row and the shape of the marginal papillae and the jaw. Males are smaller than females and present well developed vocal sac and nuptial pads on thumbs.

Key words: Anura, Leptodactylidae, *Pseudopaludicola mineira*, vocalization, tadpole.

INTRODUÇÃO

O gênero *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro, 1926 inclui 12 espécies de rãs paludícolas de pequeno tamanho, que estão distribuídas pelas terras baixas da América do Sul (FROST, 2002; GIARETA & KOKUBUM, 2003). LYNCH (1989) considerou o gênero monofilético, diagnosticado pela presença de tubérculo antebraquial hipertrofiado. Posteriormente, LOBO (1995) considerou a expansão dos processos alares do hióide como autapomorfia para o gênero. O grupo de *Pseudopaludicola pusilla* (*P. boliviana* Parker, 1927; *P. ceratophryes* Rivero & Serna, 1984; *P. llanera* Lynch, 1989; *P. pusilla* Ruthven, 1916) apresenta como sinapomorfia as falanges distais em forma de T (LYNCH, 1989). As demais espécies não foram ainda alocadas a outros grupos (FROST, 2002). O gênero possui, até o momento, apenas duas espécies com girinos descritos, *P. falcipes* (Hensel, 1867) (BARRIO, 1953) e *P. ternetzi* Miranda-Ribeiro, 1937 descrito inicialmente como *P. mystacalis* (Cope, 1887) (LOBO, 1991, 1996). *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994 foi descrita a partir de exemplares provenientes da Serra do Cipó, Minas Gerais. Aspectos sobre a história natural de *P. mineira* não são conhecidos. No presente trabalho, são apresentadas informações sobre vocalização, girino, dimorfismo sexual e desova de *Pseudopaludicola mineira*.

[1] Submetido em 08 de outubro de 2003. Aceito em 30 de junho de 2004.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Programa de Pós-Graduação em Zoologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: biomimi@hotmail.com.
Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).
[3] Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Museu de Ciências Naturais e Departamento de Ciências Biológicas. Av. Dom José Gaspar 500, prédio 40, Coração Eucarístico, 30535-610, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: luna@pucminas.br.

MATERIAL E MÉTODOS

Adultos e desovas de *P. mineira* foram observados durante a estação chuvosa de 2001 e 2002, em campos de altitude (aproximadamente 19°20'S, 43°40'W, 1100m de altitude) e nos arredores do Parque Nacional da Serra do Cipó (aproximadamente 19°16'S, 43°32'W, 798m de altitude), Município de Santana do Riacho, Minas Gerais. A Serra do Cipó está localizada na porção sul do complexo serrano do Espinhaço e estende-se a leste do vale do rio São Francisco desde o Município de Ouro Preto até o norte do Estado da Bahia. A cobertura vegetal da região varia com a altitude, encontrando-se matas ciliares ao longo das linhas de drenagem, manchas de cerrado e campos rupestres, predominantemente, acima de 1000m de altitude (GIULIETTI *et al.*, 1987).

Exemplares adultos coletados foram fixados em solução de formalina 10% e preservados em álcool 70%. As duas desovas obtidas foram fixadas em solução de formalina 5% para posterior contagem dos ovos. Girinos foram obtidos a partir de duas desovas depositadas por casais capturados em amplexo e acondicionados em sacos plásticos. As desovas foram mantidas em laboratório até o desenvolvimento dos girinos. Adultos, girinos e desovas estão depositados no Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG (adultos: MCNAM 2437-2438, 2440-2451, 3038-3055, 3229-3264; girinos: MCNAM 3265; desovas: MCNAM 3266-3267).

Medidas de 23 fêmeas e 45 machos seguem DUELLMAN (1970) e CEI (1980): CRC (comprimento rostro-cloacal), LC (largura da cabeça), CC (comprimento da cabeça), DIO (distância interorbital), LPS (largura da pálpebra superior), DIN (distância internasal), DNF (distância narina-focinho), DON (distância olho-narina), DO (diâmetro do olho), CB (comprimento do braço), CA (comprimento do antebraço), CM (comprimento da mão), CX (comprimento da coxa), CP (comprimento da perna), CPe (comprimento do pé).

A determinação dos estágios de desenvolvimento dos girinos seguiu GOSNER (1960). Os caracteres morfológicos obtidos de 44 girinos no estágio 25 seguem ALTIG & McDIARMID (1999) e as medidas tomadas foram: CT (comprimento total), CCo (comprimento do corpo), LCo (largura do corpo), CCa (comprimento da cauda), AMCo (altura máxima do corpo), AMC (altura máxima da cauda), DIN (distância internasal), DO (diâmetro do olho), DIO (distância interorbital), DN (diâmetro da narina), DON (distância olho-narina), DNF (distância narina-focinho) e LB (largura do disco oral).

As medidas CRC, LC, CC, CB, CA, CM, CX, CP e CPe dos adultos e CT e CCa dos girinos foram tomadas com paquímetro digital Starret ou paquímetro Digimess (0,01mm). As demais foram feitas com ocular micrométrica em microscópio estereoscópico Kimik. Todas as medidas estão expressas em milímetros.

A gravação do canto de anúncio foi realizada quando apenas poucos indivíduos emitiam canto. As vocalizações de dois machos ativos foram obtidas com gravador cassete Panasonic Voice Actived System, à velocidade de 4,5cm/s em 24/XI/2001 e 26/III/2002. Essas gravações foram digitalizadas com freqüência de 22050Hz e resolução de 16 bits em microcomputador PC Pentium e analisadas através do programa Avisoft-Sonograph light. Os sonogramas foram confeccionados utilizando-se 256 pontos (FFT) com sobreposição de 75% e função "Hamming". As características acústicas analisadas foram: duração do canto, número de notas, duração das notas, intervalo entre as notas, duração dos pulsos, número de pulsos, intervalo entre os pulsos e freqüência dominante. Os termos relativos à descrição das vocalizações seguem DUELLMAN & TRUEB (1986) e GERHARDT (1998).

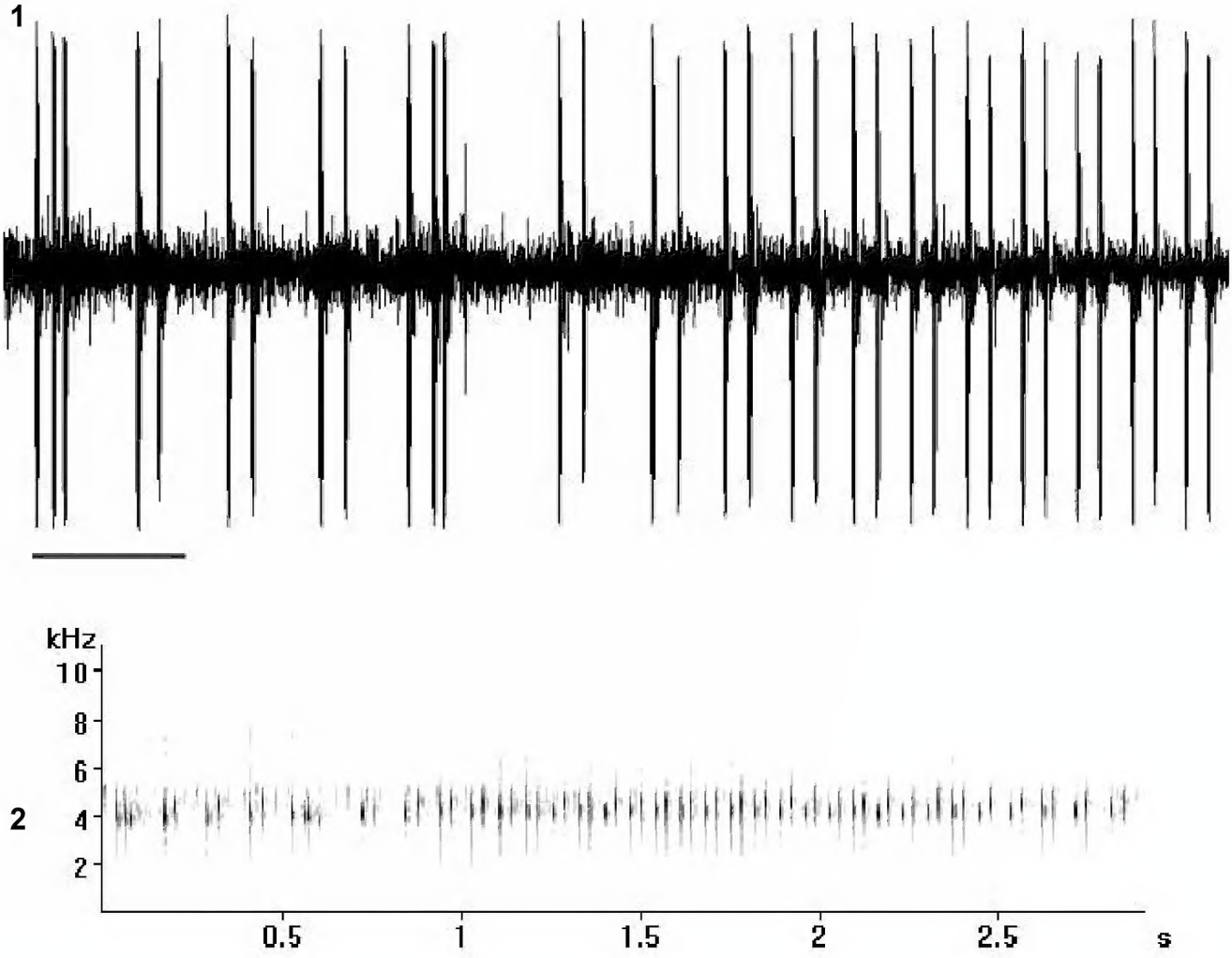
Para verificar a existência de dimorfismo sexual, as dimensões morfométricas de machos e fêmeas foram comparadas pelo teste-t de Student (ZAR, 1999). A estatística descritiva é apresentada ao longo do texto na forma de médias com desvios-padrão ($\bar{x}$ ± DP) e tamanho das amostras (n).

RESULTADOS

Pseudopaludicola mineira Lobo, 1994

Vocalização – A vocalização (Fig.1) apresenta duração média de 20,6±23s (n=3) e 2,5s de intervalo entre dois cantos. O canto possui, em média, 457,7±347,6 pulsos por canto e entre 104 e 424 notas (227±172,4; n=3), com duração média de 0,04±0,004s (n=104). O intervalo médio entre notas é de 0,1±0,04s (n=103 intervalos). O canto é composto por notas com dois pulsos agrupados, sendo que a primeira e quinta notas podem apresentar três pulsos (Fig.2). O primeiro pulso tem duração média de 0,01±0,001s (n= 104), enquanto o segundo de 0,01±0,002s (n=104). O intervalo entre eles é de 0,02±0,002s (n=103). A média da freqüência dominante corresponde a 4593,3±263,3Hz (variação=4306-4823Hz, n=3). Os parâmetros do canto de anúncio de *P. mineira* são comparados com os de *P. falcipes*, *P. mystacalis*, *P. saltica* (Cope, 1887) e *Pseudopaludicola* aff. *saltica* na tabela 1.

Descrição do girino – Corpo globular deprimido em vista lateral (Fig.3), elíptico em vistas dorsal e ventral (Figs.4-5); focinho arredondado em vistas lateral e dorsal; olhos grandes dorsais, dirigidos lateralmente; narinas pequenas, arredondadas, localizadas dorsalmente, mais próximas dos olhos que do focinho; espiráculo sinistro, curto, posicionado no terço médio do corpo com abertura voltada dorsalmente; tubo cloacal mediano, ventral, ligado à nadadeira ventral, de tamanho médio; musculatura caudal delgada, com quase duas vezes o comprimento do corpo; nadadeiras dorsal e ventral ligeiramente arqueadas, extremidade arredondada; musculatura caudal mais pigmentada do que as nadadeiras, que são translúcidas; disco oral ventral (Fig.6) com uma fileira contínua de papilas marginais, exceto na região rostral; fórmula dentária 2(2)/2(1), com dentes longos e espaçados, sendo os das fileiras externas maiores que os das fileiras internas; cobertura das mandíbulas com margens serrilhadas, a superior com borda reta e a inferior em forma de V. Em líquido preservativo, as superfícies dorsal e lateral possuem coloração marrom-acinzentada, com maior pigmentação no corpo do que na

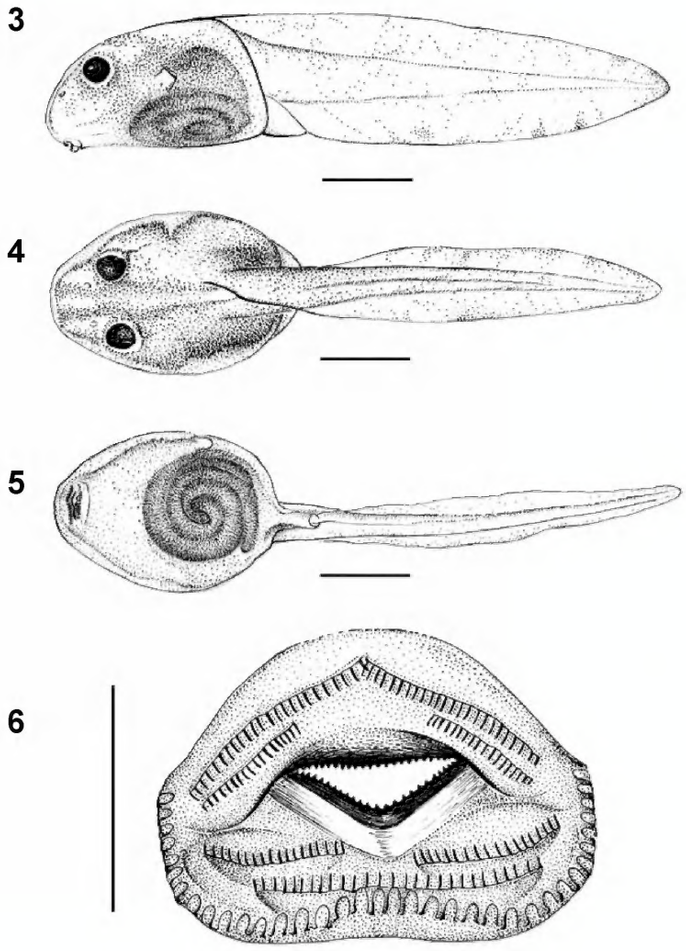


Pseudopaludicola mineira Lobo, 1994, Município de Santana do Riacho, Serra do Cipó, Minas Gerais (temperatura do ar 27°C, aproximadamente 15h30min): fig.1- oscilograma de parte inicial do canto de anúncio (escala = 0,2s); fig.2- sonograma de parte inicial do canto de anúncio.

Tabela 1. Características dos cantos de anúncio de espécies do gênero *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro, 1926.

ESPÉCIE	NÚMERO DE NOTAS	NÚMERO DE PULSOS	FREQÜÊNCIA (kHz)
P. mineira	104/153/424	2 às vezes 3	4,6 (3)
P. falcipes (1)	550	2 às vezes 3	4,2 - 5,8 (4)
P. mystacalis (1)	350	3 a 6, maioria 4 e 5	2,8 - 4,1 (4)
P. saltica (1)	250/400	1 a 6, maioria 3 e 4	5 - 6,6 (4)
P. aff. *saltica* (2)	36/172	multipulsionada	4,5 (3)

(1) HADDAD & CARDOSO (1987), (2) GUIMARÃES *et al.* (2001), (3) freqüência dominante, (4) amplitude de freqüência.



Girino de *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994: fig.3-vista lateral (escala=1mm); fig.4-vista dorsal (escala=1mm); fig.5-vista ventral (escala=1mm); fig.6-disco oral (escala=0,25mm).

cauda; ventralmente o corpo é translúcido. As dimensões dos girinos de *P. mineira* são apresentadas na tabela 2. As principais diferenças entre os girinos de *P. mineira*, *P. falcipes* e *P. ternetzi* são a fórmula dentária, o número de fileiras de papilas marginais e o formato das mandíbulas (Tab.3).

Morfometria e morfologia dos adultos – A distância interorbital é maior que a distância internasal (t=2,6; p=0,01; n=68), a distância olho-narina é maior que a distância narina-focinho (t=4,7; p<0,001; n=68) e o diâmetro do olho é maior que a distância interorbital (t=10,8; p<0,001; n=68) (Tab.4), não havendo dimorfismo sexual para essas características. Os exemplares de *P. mineira* apresentam dimorfismo sexual em alguns parâmetros morfométricos, sendo as fêmeas significativamente maiores que os machos quanto às medidas de CRC, LPS, CB, CA, CM, CX, CP e CPe (Tab.5). A pele do dorso possui grânulos esparsos, a ventral é lisa. Existem grânulos na região ao redor da abertura cloacal e na pálpebra superior. Nos machos, o saco vocal é desenvolvido e o calo nupcial castanho-escuro presente na face medial do dedo I. Não há tubérculos supranumerários nas superfícies palmar e plantar. Machos possuem dedos e braços mais robustos.

Coloração em vida dos adultos – Dorso castanho-claro, castanho-esverdeado e/ou acinzentado; mancha interorbital castanho-escura, que pode ou não ser interrompida, formando um V, com vértice voltado posteriormente; duas faixas longitudinais pós-orbitais castanho-escuras formam um desenho em X sobre a região escapular; manchas castanho-escuras, em geral de forma arredondada, distribuídas aleatoriamente na região pélvica; ocasionalmente manchas castanho-alaranjadas e/ou avermelhadas podem ocorrer na região escapular, lateralmente à mancha em X; linha vertebral mediana ausente em 55,4% dos indivíduos ou presente em 44,6%, podendo ser creme, castanho-alaranjadas e/ou avermelhadas, de largura variável e se estendendo da ponta do focinho até a cloaca; em vista lateral, maxila com faixas sagitais irregulares castanho-escuras intercaladas com faixas creme; faixa castanho-escura ou castanho-alaranjada e/ou avermelhada se estendendo da região pós-orbital até a região inguinal,

Tabela 2. Dimensões de girinos de *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994 no estágio 25 (n=44) do Município de Santana do Riacho, Serra do Cipó, Minas Gerais.

	$\bar{x}$	DP	AMPLITUDE
CT	7,9	1,70	5,7-13,1
Cco	3,0	0,70	2,0-5,4
Lco	2,0	0,40	1,3-3,5
Cca	5,1	1,10	3,6-8,8
AMCo	1,5	0,40	0,9-2,7
AMC	1,6	0,40	1,0-3,1
DIN	0,3	0,10	0,2-0,6
DO	0,3	0,10	0,1-0,6
DIO	0,5	0,10	0,3-0,9
DN	0,1	0,03	0,07-0,1
DON	0,2	0,05	0,1-0,3
DNF	0,5	0,10	0,3-0,6
LB	0,4	0,10	0,3-0,7

Tabela 3. Características morfológicas dos girinos de *Pseudopaludicola falcipes* (Hensel, 1867), *P. mineira* (Lobo, 1994) e *P. ternetzi* Miranda-Ribeiro, 1937.

	P. falcipes (1)	*P. mineira*	*P. ternetzi* (2)
Comprimento total	20(CM)	7,91±1,69	20,8
Estágio	3° estágio	25	37
Fórmula dentária	2(2)/3	2(2)/2(1)	2(2)/2
Fileiras de papilas	Marginais e posteriores múltiplas	Lateral e posterior simples	Marginais e laterais simples; posterior dupla
Borda da mandíbula superior	Côncavo	Reto	Côncavo
Borda da mandíbula inferior	Côncavo	Forma de "V"	Côncavo
Espiráculo	–	Sinistro	Sinistro
Tubo anal	–	Mediano	Mediano

(1) BARRIO (1953), (1) CEI (1980), (2) LOBO (1991) e (2) LOBO (1996), (CM) comprimento máximo.

sendo interrompida dorsalmente à inserção do braço e terminando de forma difusa; em vista dorsal, membros anteriores e posteriores com faixas transversais castanho-escuras sobre fundo castanho-claro; região proximal do membro anterior pode ser creme e/ou vermelho-alaranjada; faixas contínuas na coxa, perna e pé quando flexionados, sendo duas definidas e uma difusa; gula, peito e abdômen esbranquiçados, a superfície ventral dos membros podendo ser salpicada com pontuações castanho-claro. Não há diferenças de coloração entre machos e fêmeas.

Aspectos reprodutivos – *Pseudopaludicola mineira* é encontrada em ambientes temporários. Tem ocorrência restrita à estação chuvosa, aparecendo logo após as primeiras chuvas quando o solo se torna encharcado. Os machos foram observados vocalizando, desde as horas mais quentes do dia até a noite, entre a vegetação baixa (principalmente gramíneas) de campos abertos e inundados em ambientes de campo rupestre. Também vocalizavam ao redor de poças temporárias sobre gramíneas encharcadas e no solo nu em ambientes de cerrado alterado pela prática agropecuária e turística. Casais em amplexo axilar foram encontrados aproximadamente duas horas após o pôr-do-sol. Nas duas desovas obtidas foram contados 86 e 52 ovos, sendo estes totalmente pigmentados e com diâmetro médio de 2,16mm (DP=0,17; n=138).

Tabela 4. Estatística descritiva de *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994 do Município de Santana do Riacho, Serra do Cipó, Minas Gerais.

	♀ (n=23)			♂ (n=45)		
	$\bar{x}$	DP	AMPLITUDE	$\bar{x}$	DP	AMPLITUDE
CRC	14,7	1,0	11,8-16,8	13,6	0,8	12,3-15,9
LC	4,8	0,5	4,0-5,7	4,6	0,5	3,62-5,7
CC	4,7	0,4	3,9-5,6	4,6	0,4	3,0-5,3
DIO	1,4	0,3	1,0-1,9	1,5	0,3	0,9-2,1
LPS	1,3	0,2	1,0-1,7	1,2	0,1	0,9-1,6
DIN	1,4	0,2	0,9-1,7	1,3	0,2	0,9-1,7
DNF	1,2	0,3	0,7-1,7	1,2	0,3	0,5-1,7
DON	1,5	0,2	1,1-1,8	1,4	0,2	1,0-2,0
DO	2,0	0,3	1,7-3,0	1,9	0,2	1,5-2,3
CB	3,9	0,5	2,9-4,6	3,6	0,4	2,95-4,5
CA	2,6	0,3	2,2-3,0	2,3	0,2	1,8-3,4
CM	3,9	0,4	2,7-4,3	3,7	0,3	3,0-4,5
CX	5,8	0,5	4,6-6,9	5,5	0,5	4,2-6,5
CP	7,2	0,5	5,6-7,9	6,8	0,4	5,9-7,7
CPe	7,9	0,9	4,3-8,6	7,3	0,4	6,5-8,0

Tabela 5. Dimorfismo sexual para caracteres morfométricos de *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994 do Município de Santana do Riacho, Serra do Cipó, Minas Gerais, indicado pelo teste *t* (p<0,05).

	CRC	LPS	CB	CA	CM	CX	CP	CPe
t	5	2,4	2,3	4,1	2,5	2,6	3,9	3,7
p	0,001	0,02	0,027	0,001	0,013	0,01	0,001	0,001

(*t*) test t de Student; (p) nível de significância.

DISCUSSÃO

Machos e fêmeas de *P. mineira* apresentam as mesmas características indicadas por LOBO (1994), diferindo pela presença de grânulos na região dorsal e cloacal e pela distância interorbital maior que a distância internasal. As diferenças encontradas no presente estudo podem ser decorrentes dos processos de fixação e preservação (HAYEK, HEYER & GASCON, 2001).

Pseudopaludicola mineira apresenta grande variação no número de notas por canto, assim como é observado para *P. saltica* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica,* mas seu canto difere dessas espécies e do canto de *P. mystacalis* pelo número de pulsos. Em *P. mineira* o número de notas é menor, mas o número de pulsos é igual ao do canto de *P. falcipes*. Há sobreposição de freqüência entre os cantos de *P. mineira* e de *Pseudopaludicola* aff. *saltica*. O canto de *P. saltica* apresenta maior freqüência que o de *P. mineira* (Tab.1). GUIMARÃES *et al.* (2001) registraram dois tipos de canto de anúncio para *Pseudopaludicola* aff. *saltica* e por isso a diferenciaram de *P. saltica* (HADDAD & CARDOSO, 1987).

Com relação às desovas, BARRIO (1953) registrou para *P. falcipes* cerca de 300 ovos pigmentados presos e distribuídos espaçadamente em plantas aquáticas no fundo de áreas alagadas. Apesar de não terem sido obtidas desovas no ambiente natural, pode-se inferir que a desova de *P. mineira*, pelo padrão apresentado, seja do mesmo tipo que a de *P. falcipes*. Ovos pigmentados foram registrados também para as espécies do grupo *P. pusilla* (LYNCH, 1989). O número de ovos encontrados para *P. mineira* é menor quando comparado ao de *P. falcipes* (BARRIO, 1953) e o seu diâmetro é maior que o esperado para ambientes abertos. Segundo SALTHE & DUELLMAN (1973), o aumento do diâmetro dos ovos determina a diminuição do número destes, além de desenvolvimento mais lento. CRUMP (1982) sugeriu que ovos menores estejam adaptados a ambientes menos estáveis e que ovos maiores e em menor número seriam adaptados a ambientes mais previsíveis. Entretanto, a associação esperada entre o número e tamanho dos ovos com o ambiente não foi clara neste estudo.

As principais diferenças encontradas entre o girino de *P. mineira* e os de outras espécies do gênero se referem à fórmula dentária, ao número de fileiras de papilas marginais e ao formato da mandíbula. As características do girino de *P. mineira* se assemelham às descritas por LOBO (1991) para o girino de *P. ternetzi* (LOBO, 1996).

O girino de *P. falcipes* foi descrito por BARRIO (1945) e os dados disponíveis se referem principalmente ao disco oral. *Pseudopaludicola falcipes* foi considerada filogeneticamente próxima de espécies do gênero *Physalaemus* Fitzinger, 1826 – *P. cuvieri* Fitzinger, 1826; *P. fernandezae* (Müller, 1926); *P. henselii* (Peters, 1872) –, devido à ocorrência de uma interrupção ventral na fileira de papilas marginais do disco oral dos girinos (CANNATELLA & DUELLMAN, 1984; LYNCH, 1989). Entretanto, LOBO (1995) já havia ressaltado que esta característica é variável entre as espécies de *Pseudopaludicola*, pois em *P. ternetzi* a fileira de papilas não apresenta interrupção, assim como verificado, no presente estudo, para *P. mineira*.

AGRADECIMENTOS

A Carlos Alberto Gonçalves da Cruz, José P. Pombal Jr., Bruno V.S. Pimenta (Museu Nacional, Rio de Janeiro - MNRJ), pelas sugestões e leitura do manuscrito; a Conrado A.B. Galdino (Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ), pelo auxílio na coleta, na observação dos exemplares e na análise estatística; ao desenhista Paulo Roberto Nascimento (MNRJ), pelas ilustrações a nanquim; ao Programa de Incentivo à Pesquisa (PROBIC), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas), pela bolsa concedida a E.G.Pereira (processo PROBIC 2002/12); ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), pela licença de coleta concedida (N° 071/2002); à administração do Parque Nacional da Serra do Cipó, por viabilizar as atividades de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIG, R. & McDIARMID, R.W., 1999. Body plan: development and morphology. In: McDIARMID, R.W. & ALTIG, R. (Eds.) **Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae**. Chicago: The University of Chicago Press. p.24-51.

BARRIO, A., 1945. Contribución al estudio de la etología y reproducción del batracio "*Pseudopaludicola falcipes*". **Revista Argentina de Zoogeografia**, Buenos Aires, **5**(37):37-43.

BARRIO, A., 1953. Sistemática, morfologia y reproducción de *Physalaemus henselii* (Peters) y *Pseudopaludicola falcipes* (Hensel) (Anura, Leptodactylidae). **Physis**, Buenos Aires, **20**(59):379-389.

CANNATELLA, D.C. & DUELLMAN, W.E., 1984. Leptodactylid frogs of the *Physalaemus pustulosus* group. **Copeia**, Lawrence, **1984**(4):902-921.

CEI, J.M., 1980. Amphibians of Argentina. **Monitore Zoologico Italiano, Nuova Serie**, Firenze (monografia 2): xii, 1-609p.

CRUMP, M.L., 1982. Amphibian reproductive ecology on the community level. In: SCOTT JR., N.J. (Ed.) **Herpetological Communities**. Washington: Wildlife Research Report. v.13, p.21-36.

DUELLMAN, W.E., 1970. The hylid frogs of Middle America. **Monograph of the Museum Natural History, University of Kansas**, Lawrence, **1**:1-753p.

DUELLMAN, W.E. & TRUEB, L., 1986. **Biology of Amphibians**. New York: McGraw-Hill. 670p.

FROST, D.R., 2002. **Amphibian Species of the World: an online reference**. Version 2.21 (15/VII/2002). Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.htm> Acesso em: 3/junho/2003.

GERHARDT, H.C., 1998. Acoustic signals of animals: recording, field measurements, analysis, and description. In: HOPP, S.L.; OWREN, M.J. & EVANS, C.S. (Eds.) **Animal Acoustic Communication**. Berlin: Springer Verlag. p.1-25.

GIULIETTI, A.M.; MENEZES, N.L.; PIRANI, J.B.; MAGURO, M. & WANDERLEY, M.G.L., 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. **Boletim de Botânica**, São Paulo, **9**:1-51.

GIARETTA, A.A. & KOKUBUM, M.N.D.C., 2003. A new specie of *Pseudopaludicola* (Anura, Leptodactylidae) from northern Brazil. **Zootaxa**, Auckland, **383**:1-8. Disponível em: <http://www.mapress.com/zootaxa/list2003.html>. Acesso em: 08/janeiro/2004.

GOSNER, K.L., 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica**, Lawrence, **16**:547-554.

GUIMARÃES, L.D.; LIMA, L.P.; JULIANO, R.F. & BASTOS, R.P. 2001. Vocalizações de espécies de anuros (Amphibia) no Brasil Central. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia**, Rio de Janeiro (474):1-14.

HADDAD, C.F.B. & CARDOSO, A.J., 1987. Taxonomia de três espécies de *Pseudopaludicola* (Anura, Leptodactylidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **36**(24):287-300.

HAYEK, L.C.; HEYER, W.R. & GASCON, C., 2001. Frog morphometrics: a cautionary tale. **Alytes**, Paris, **18**(3-4):163-177.

LOBO, F., 1991. Descripción de la larva de *Pseudopaludicola mystacalis* (Anura: Leptodactylidae). **Boletín de la Associación Herpetológica Argentina**, La Plata, **7**(2):22-24.

LOBO, F., 1994. Descripción de una nueva especie de *Pseudopaludicola* (Anura: Leptodactylidae), redescripción de *P. falcipes* (Hensel, 1867) y *P. saltica* (Cope, 1887) y osteologia de las tres especies. **Cuadernos de Herpetología**, Tucumán, **8**(2):177-199.

LOBO, F., 1995. Analisis filogenetico del genero *Pseudopaludicola* (Anura, Leptodactylidae). **Cuadernos de Herpetologia**, Tucumán, **9**(1):21-43.

LOBO, F., 1996. Evaluación del status taxonómico de *Pseudopaludicola ternetzi* Miranda Ribeiro, 1937, *P. mystacalis* y *P. ameghini* (Cope, 1887). Osteologia y distribución de las especies estudiadas. **Acta Zoologica Lilloana**, Tucumán, **43**(2):327-346.

LYNCH, J.D., 1989. A review of the leptodactylid frogs of the genus *Pseudopaludicola* in northern South America. **Copeia**, Lawrence, **1989**(3):577-588.

SALTHE, S.N. & DUELLMAN, W.E., 1973. Quantitative constraints associated with reproductive mode in anurans. In: VIAL, J.L. (Ed.) **Evolutionary Biology of Anurans. Contemporary Research on Major Problems**. Columbia: University of Missouri Press. p.229-249.

ZAR, J.H., 1999. **Bioestatiscal Analysis**. New Jersey: Prentice-Hall International Inc. 718p.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.3, p.241-246, jul./set.2004
ISSN 0365-4508

DESCRIÇÃO DO GIRINO E VOCALIZAÇÃO DE *SCINAX PACHYCRUS* (MIRANDA-RIBEIRO, 1937) (AMPHIBIA, ANURA, HYLIDAE) [1]

(Com 7 figuras)

MARIA DA CONCEIÇÃO LAGO CARNEIRO [2]
POLLYANA DA S. DE MAGALHÃES [2]
FLORA ACUÑA JUNCÁ [2, 3]

RESUMO: São apresentadas as descrições do girino e vocalização de anúncio de *Scinax pachycrus* (Miranda-Ribeiro, 1937). O canto de anúncio é formado por uma única nota multipulsionada, de duração média de 305,5ms e freqüência dominante em torno de 1,83kHz. O girino apresentou tubo anal com abertura do lado direito e acima da margem da nadadeira caudal inferior, disco oral ântero-ventral e fórmula dentária 2(2)/3. A partir das características larvais observadas, corrobora-se a inclusão de *S. pachycrus* no grupo *S. ruber*.

Palavras-chave: Anura, Hylidae, *Scinax pachycrus*, girino, canto de anúncio.

ABSTRACT: Description of the tadpole and advertisement call of *Scinax pachycrus* (Miranda-Ribeiro, 1937) (Amphibia, Anura, Hylidae).

The tadpole and advertisement call of *Scinax pachycrus* (Miranda-Ribeiro, 1937) are described. One multipulsed note of 305.5ms mean duration and dominant frequency of about 1.8kHz composed the advertisement call. The tadpole presented dextral proctodeal tube positioned above, not reaching the margin of lower fin; anteroventral oral disc; labial tooth row formula 2(2)/3. Based on the larval characters of *S. pachycrus*, the inclusion of this species in the *S. ruber* group is corroborated.

Key words: Anura, Hylidae, *Scinax pachycrus*, tadpole, advertisement call.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da vocalização dos anuros e da morfologia e biologia dos girinos são ferramentas importantes para o estudo da história natural e ecologia das espécies, contribuindo, significativamente na resolução de problemas taxonômicos e filogenéticos (DUELLMAN & TRUEB, 1986; SULLIVAN & MALMOS, 1994; SULLIVAN, MALMOS & GIVEN, 1996; ALTIG & McDIARMID, 1999; FAIVOVICH, 2002). Mesmo assim, girinos e vocalização de muitas espécies, inclusive algumas abundantes ou amplamente distribuídas, ainda permanecem desconhecidos (WOGEL, ABRUNHOSA & POMBAL, 2000).

A grande maioria das espécies de *Scinax* Wagler, 1830 apresenta taxonomia difícil em virtude da morfologia semelhante entre várias formas de um mesmo grupo e da escassez de dados sobre as formas larvais e vocalização (POMBAL, BASTOS & HADDAD, 1995).

DUELLMAN & WIENS (1992) reconheceram sete grupos de espécies – *catharinae, perpusillus, rizibilis, rostratus, ruber, staufferi* e *x-signatus* – para o gênero, deixando sem grupo definido *S. pachycrus* e outras dez espécies. POMBAL, HADDAD & KASAHARA (1995) sinonimizaram o grupo *S. x-signatus* ao grupo *S. ruber* e propuseram a inclusão de *S. pachycrus* no grupo *S. ruber*, baseados no tipo de ambiente para reprodução, vocalização de anúncio e morfologia. FAIVOVICH (2002), em análise cladística de *Scinax*, reconheceu o monofiletismo com base em 10 sinapomorfias e identificou dois grandes clados – *S. ruber* e *S. catharinae*.

Scinax pachycrus tem distribuição restrita ao Nordeste do Brasil e as escassas informações sobre sua biologia indicam que esta espécie está presente em áreas inundadas, depositando seus ovos em águas lênticas (ARZABE, 1999). Diante da carência de informações disponíveis sobre esta espécie, apresenta-se neste trabalho as descrições do canto de anúncio e do girino de *S. pachycrus*.

[1] Submetido em 28 de setembro de 2003. Aceito em 23 de junho de 2004.
[2] Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Animais Peçonhentos e Herpetologia. Campus Universitário, Avenida Universitária s/nº, 44031-060, Feira de Santana, BA, Brasil.
[3] E-mail: fjunca@uefs.br.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Serra da Jibóia (12°51'S, 39°28'W), Município de Santa Terezinha, Estado da Bahia. Trata-se de uma cadeia montanhosa com altitude máxima de 838m, cujas escarpas apresentam predominantemente mata ombrófila e úmida a leste, caatinga a oeste e campo rupestre nos cumes. O local foi visitado durante os meses de dezembro de 1999, abril, junho, setembro e dezembro de 2001. Uma população de *Scinax pachycrus* foi encontrada em um tanque de água de $3m^2$ de área, artificialmente construído, distando aproximadamente 10m das margens do campo rupestre.

Girinos foram obtidos através da desova de um casal em amplexo coletado no tanque de água no mês de junho de 2001. Tanto a oviposição como a eclosão dos ovos ocorreram em caixa plástica de 34cm de comprimento, 23cm de largura e 11cm de altura, com água do tanque e 5cm de profundidade, onde os girinos foram mantidos e alimentados. Antes da eclosão, foi realizada uma estimativa do número de ovos, utilizando uma grade sobre a desova e contando os ovos visualizados em cada quadrado da grade (3x3cm). Não foi possível, entretanto, definir o número exato, pois em alguns locais da desova, havia ovos sobrepostos. Não houve contato com os ovos para permitir maior sucesso na eclosão.

Os girinos foram fixados e conservados em solução de formalina a 10%, enquanto os adultos foram fixados em formalina a 10% e conservados em álcool a 70%. Os estágios de desenvolvimento dos girinos foram determinados segundo GOSNER (1960). A determinação da fórmula dentária e descrição do disco oral estão de acordo com ALTIG & McDIARMID (1999).

As medidas dos girinos e nomenclatura seguem ALTIG & McDIARMID (1999). As variáveis analisadas foram: (CT) comprimento total, (CC) comprimento do corpo, (CCa) comprimento da cauda, (AMC) altura da musculatura da cauda, (LMC) largura da musculatura da cauda, (ACa) altura da cauda, (DNN) distância entre narinas, (DOO) distância entre os olhos, (DO) diâmetro do olho, (DFO) distância do focinho ao olho, (DNO) distância da narina ao olho, (DN) diâmetro da narina, (DPFIND) distância ponta do focinho ao início da nadadeira dorsal, (AC) altura do corpo, (LC) largura do corpo, (LB) largura da boca, (AND) altura da nadadeira dorsal, (ANV) altura da nadadeira ventral, (DFN) distância do focinho a narina. Todas as medidas envolvendo olho e/ou narina foram feitas a partir da região mediana dessas estruturas. As medidas do comprimento do corpo e total foram tomadas com paquímetro. Para todas as outras medições foi utilizado um microscópio estereoscópio Zeizz MC 80 DX Stemi SV6 com lente ocular micrométrica. Todas as medidas foram expressas em milímetros.

O canto de anúncio de seis espécimes foi registrado com gravador digital Sony WM–D6 e microfone dinâmico, à temperatura de 20°C. As análises dos caracteres temporais (duração do canto, intervalo entre cantos e ritmo de emissão) e espectrais (frequência dominante) do canto foram realizadas através do programa Canary 1.2.4, utilizando os seguintes parâmetros de resolução para o espectrograma: *filter bandwidth* = 174,85Hz; *frame length* = 23,22ms; *time grid resolution* = 1,45ms; *frequency grid resolution* = 43,0Hz e FFT *size* = 512 pontos. A terminologia usada para descrição do canto segue DUELLMAN & TRUEB (1986).

Os espécimes foram depositados na Coleção Científica do Laboratório de Animais Peçonhentos e Herpetologia da Universidade Estadual de Feira de Santana: girinos, lotes UEFS 0121 e 0128; adultos, UEFS 0399 - 0400.

RESULTADOS

A única desova obtida apresentou aproximadamente 2000 ovos pigmentados, dispostos em uma camada gelatinosa de forma aproximadamente circular sobre a superfície da água. O período decorrido entre a oviposição e o término da metamorfose foi de aproximadamente dois meses.

Descrição do girino (Figs.1-4) – Estágio 29. Medidas apresentadas na tabela 1. Corpo ovalado em vista dorsal, ligeiramente triangular em vista lateral; comprimento do corpo cerca de 31% do comprimento total; altura máxima do corpo coincide com o início da nadadeira dorsal; largura máxima do corpo imediatamente posterior aos olhos; focinho sem proeminência, arredondado em vista lateral, truncado em vista dorsal; olhos laterais, pouco acima da linha mediana do corpo, distância interorbital aproximadamente duas vezes o diâmetro do olho; narinas dorsais elípticas, mais próximas do focinho que dos olhos; espiráculo único, sinistro, localizado no terço posterior e abaixo da linha mediana do corpo, com abertura estreita e direcionado para baixo; tubo anal ventral mediano, com abertura do lado direito e acima da margem da nadadeira ventral; cauda representando 69% do comprimento total, ligeiramente mais alta que o corpo; nadadeira dorsal com origem no terço

posterior do corpo, ligeiramente arqueada na região mediana; nadadeira ventral com origem no final do terço posterior do corpo, mais alta que a dorsal, ascendente a partir do terço médio da cauda; musculatura da cauda delgada; disco oral ântero-ventral, com aproximadamente metade da largura do corpo; fórmula dentária 2(2)/3; papilas dispostas irregularmente nas laterais do disco oral, em fileira única logo abaixo da terceira fileira inferior de dentes e apresentando interrupção na região mediana do lábio anterior; bicos córneos pretos finamente serrilhados; bico córneo superior com projeção medial, bico córneo inferior em forma de "V".

Tabela 1. Média ($\bar{x}$), desvio-padrão (DP) e amplitude de variação das medidas (mm) dos girinos de *Scinax pachycrus* (n=16; estágios 29-31).

CARACTERES	$\bar{x}$	DP	AMPLITUDE
CT	19,1	1,9	13,8 - 21,3
CC	6,3	0,3	6,0 - 7,0
CCa	13,8	1,3	11,9 - 16,7
AMC	1,7	0,1	1,4 - 1,9
LMC	1,5	0,3	1,1 - 2,0
ACa	5,0	0,5	4,0 - 5,5
DNN	2,8	0,1	2,7 - 2,9
DOO	4,2	0,4	3,3 - 4,6
DO	1,2	0,1	1,1 - 1,2
DFO	3,5	0,3	2,5 - 3,7
DNO	1,7	0,1	1,6 - 1,9
DN	0,4	0,1	0,3 - 0,4
DPFIND	4,0	0,6	3,2 - 5,2
AC	4,6	0,3	3,9 - 5,1
LC	4,2	0,4	3,6 - 4,8
LB	1,9	0,2	1,4 - 2,0
AND	1,8	0,2	1,6 - 2,1
ANV	2,0	0,4	1,0 - 2,4
DFN lateral	1,3	0,1	1,1 - 1,4

(CT) comprimento total, (CC) comprimento do corpo, (CCa) comprimento da cauda, (AMC) altura da musculatura da cauda, (LMC) largura da musculatura da cauda, (ACa) altura da cauda, (DNN) distância entre narinas, (DOO) distância entre os olhos, (DO) diâmetro do olho, (DFO) distância do focinho ao olho, (DNO) distância da narina ao olho, (DN) diâmetro da narina, (DPFIND) distância ponta do focinho ao início da nadadeira dorsal, (AC) altura do corpo, (LC) largura do corpo, (LB) largura da boca, (AND) altura da nadadeira dorsal, (ANV) altura da nadadeira ventral, (DFN) distância do focinho a narina

Colorido em formalina – Corpo e musculatura da cauda creme, levemente amarelados, com pontuações castanhas. Com o tempo, o corpo vai se tornando transparente. Superfícies dorsal e lateral com pontuações castanhas muito concentradas, conferindo-lhes aparência um pouco mais escura. Ventre transparente, sem presença de pontuações. Intestino cinza-escuro, destacando-se lateralmente e ventralmente por transparência. Musculatura caudal mais pigmentada que as nadadeiras e nadadeira dorsal mais pigmentada que a ventral. Bico córneo preto.

Vocalização (Figs.5-7) – O canto (Fig.5), formado por uma única nota multipulsionada (17 a 32 pulsos, $\bar{x}$=23,75; DP=2,53; N=6), apresentou duração média de 305,48ms (DP=29,57; N=6). O intervalo entre cantos foi de 1,36s (DP=0,25; N=6). A taxa de repetição de cantos foi de aproximadamente 37 cantos/min ($\bar{x}$=37,20; DP=6,98; N=6). O canto apresenta duas faixas de freqüência bem marcadas: uma em torno de 2kHz e outra em torno de 4kHz (Fig.5). A freqüência média dominante para cinco indivíduos foi de 1,83±0,02kHz enquanto que para um único indivíduo foi de 4,04kHz. Machos de *S. pachycrus* emitiram canto de anúncio durante todo o período amostrado, com exceção de setembro de 2001, posicionando-se nas paredes do tanque ou no chão, próximos à vegetação arbustiva. Não foram observadas emissões de outros tipos de vocalizações pelos machos.

DISCUSSÃO

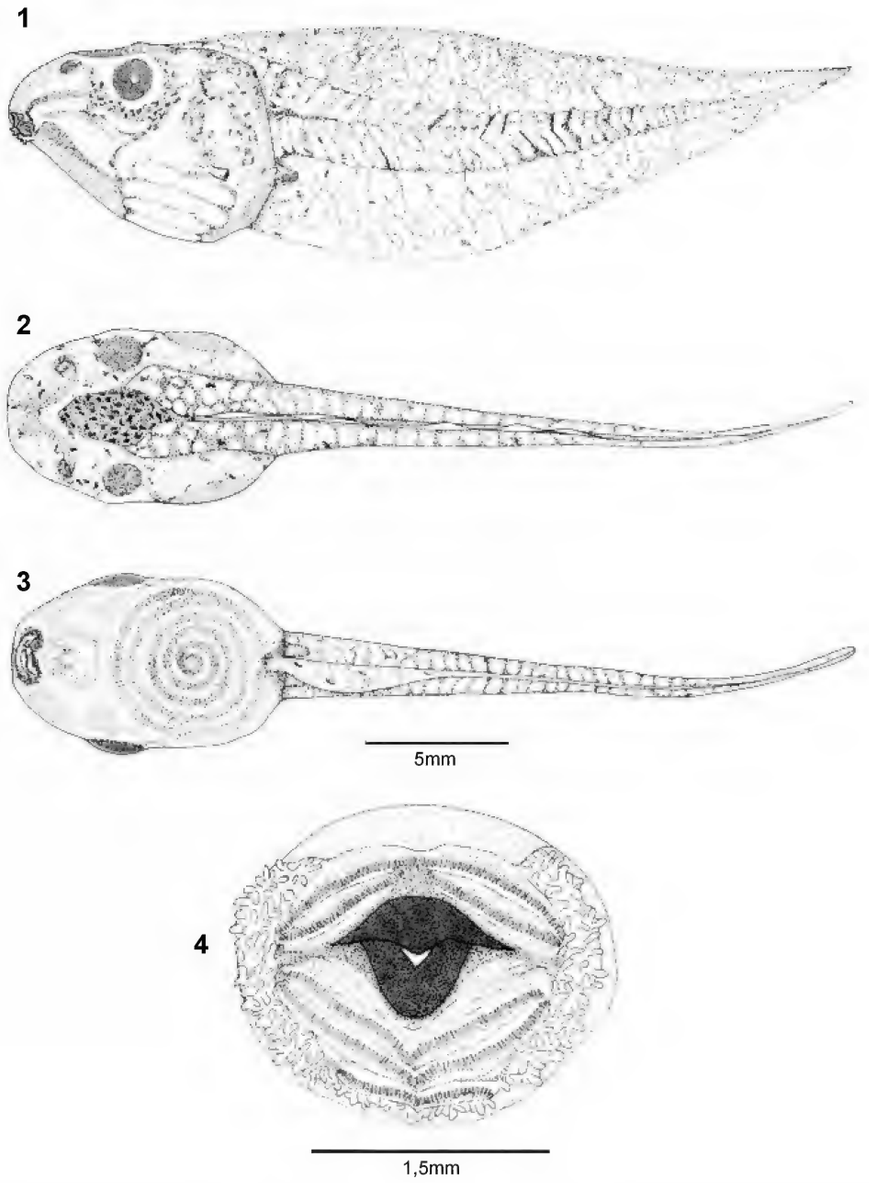
Embora no presente estudo não tenha havido acompanhamento mensal do sítio reprodutivo, a população de *S. pachycrus* observada apresentou-se ativa durante os meses de dezembro de 1999, abril, junho e dezembro de 2001, contrastando com a atividade registrada por ARZABE (1999) em Maturéia, Paraíba. Naquele estudo, os sítios foram visitados mensalmente e os machos de *S. pachycrus* vocalizaram apenas nos meses de fevereiro e maio. Provavelmente, isto está relacionado às diferenças sazonais de umidade, precipitação e/ou temperatura que devem ocorrer entre as duas áreas.

No local onde vocalizava *S. pachycrus* também foram encontrados machos de *S. eurydice* (Bokermann, 1968), que poderiam estar utilizando o mesmo ambiente para reprodução. Os girinos de *S. pachycrus* apresentaram-se morfologicamente

muito semelhantes aos de *S. eurydice*. Entretanto, a forma das narinas, a disposição do espiráculo e a fórmula dentária constituem as principais características que diferenciam as duas espécies. O girino de *S. pachycrus* apresentou narinas elípticas, espiráculo com abertura estreita e direcionado para baixo e fórmula dentária 2(2)/3. Em *S. eurydice*, as narinas são circulares, o espiráculo apresenta abertura menos estreita e voltada para trás e fórmula dentária 2(2)/3(1) (WOGEL, ABRUNHOSA & POMBAL, 2000).

A vocalização de anúncio de *S. pachycrus* apresentou característica similar de outras espécies do gênero, ou seja, cantos formados por notas multipulsionadas (POMBAL, BASTOS & HADDAD, 1995), diferenciando-se de *S. eurydice* por apresentar cantos formados por uma única nota.

FAIVOVICH (2002) determinou o clado *S. ruber* a partir de três características sinapomórficas, das quais uma, o tubo anal larval posicionado acima da margem da nadadeira inferior, foi

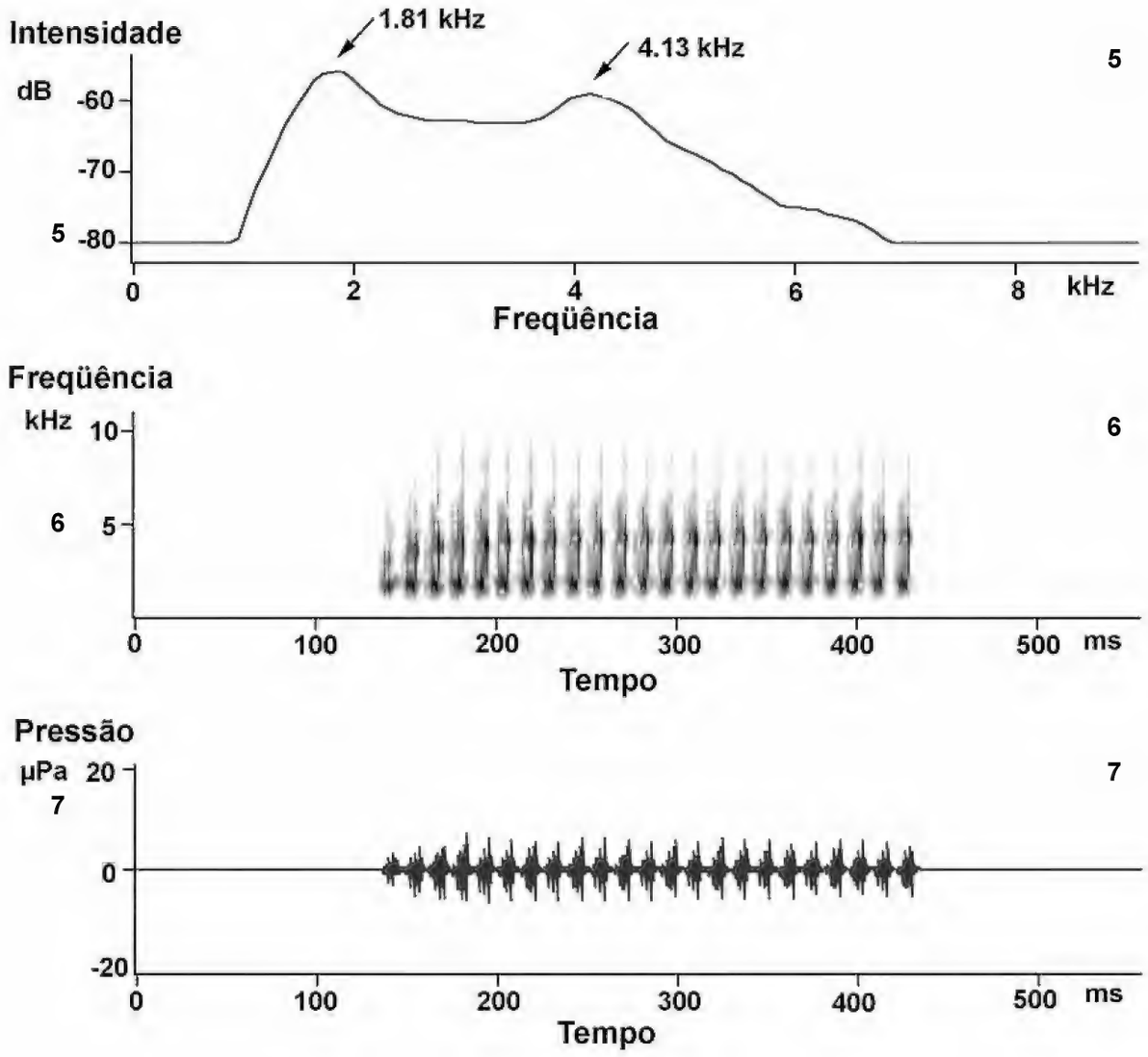


Girino de *Scinax pachycrus* (Miranda-Ribeiro, 1937), estágio 29: fig.1- vista lateral; fig.2- vista dorsal; fig.3- vista ventral; fig.4- disco oral.

observada em *S. pachycrus*. Outras características larvais utilizadas pelo autor, e que definiram clados internos ao grupo *S. ruber,* foram também observadas: posição do disco oral subterminal (aqui descrita como ântero-ventral), olhos visíveis na posição dorsal, redução da terceira fileira inferior de dentes e eixo da espira intestinal sub-paralela ao eixo principal do corpo. Os resultados corroboram, portanto, a alocação de *S. pachycrus* no grupo *S. ruber sensu* FAIVOVICH (2002).

AGRADECIMENTOS

A Adriana Araujo da Silva (Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS), pela confecção das ilustrações do girino, e Henrique Wogel (Museu Nacional - Rio de Janeiro), pelas sugestões enviadas. Ao Programa de Apoio à Instalação de Doutores no Estado da Bahia (PRODOC), pelo apoio financeiro, e à Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), pelo apoio logístico.



Vocalização de anúncio de *Scinax pachycrus* (Miranda-Ribeiro, 1937), gravado em 15/XII/2001. Temperatura do ar e água 20°C: fig.5- espectrograma; fig.6- sonograma; fig.7- oscilograma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIG, R. & McDIARMID, R.W., 1999. Body plan. Development and morphology. In: McDIARMID, R.W. & ALTIG, R. (Eds.) **Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae**. Chicago: The University of Chicago Press. p.24-51.

ARZABE, C., 1999. Reproductive activity patterns of anurans in two different altitudinal sites within the Brazilian caatinga. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **16**(3):851-864.

DUELLMAN, W.E. & TRUEB, L., 1986. **Biology of Amphibians**. New York, St. Louis, San Francisco: McGraw-Hill Book Company. 670p.

DUELLMAN, W.E & WIENS, J.J., 1992. The status of the hylid frog genus *Ololygon* and the recognition of *Scinax* Wagler, 1830. **Occasional Papers of the Natural History Museum of the University of Kansas**, Lawrence, **15**:1-23.

FAIVOVICH, J., 2002. A cladistic analysis of *Scinax* (Anura: Hylidae). **Cladistics**, San Diego, **18**(4):367-393.

GOSNER, K.L., 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica**, Louisiana, **16**(2):183-190.

POMBAL JR., J.P.; BASTOS, R.P. & HADDAD, C.F.B., 1995. Vocalizações de algumas espécies do gênero *Scinax* (Anura: Hylidae) do Sudeste do Brasil e comentários taxonômicos. **Naturalia**, São Paulo, **20**:213-225.

POMBAL JR., J.P.; HADDAD, C.F.B. & KASAHARA S., 1995. A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from Southeastern Brazil, with comments on the genus. **Journal of Herpetology**, St. Louis, **29**(1):1-6.

SULLIVAN, B.K. & MALMOS, K.B., 1994. Call variation in the Colorado river toad (*Bufo alvarius*): behavioral and phylogenetic implications. **Herpetologica**, Louisiana, **50**(2):146-156.

SULLIVAN, B.K.; MALMOS, K.B. & GIVEN, M.F., 1996. Systematics of the *Bufo woodhousii* complex (Anura: Bufonidae): advertisement call variation. **Copeia**, New York, **1996**(2):274-280.

WOGEL, H.; ABRUNHOSA, P.A. & POMBAL JR., J.P., 2000. Girinos de cinco espécies de anuros do sudeste do Brasil (Amphibia: Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae). **Boletim do Museu Nacional, N.S., Zoologia**, Rio de Janeiro (427):1-16.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.3, p.247-254, jul./set.2004
ISSN 0365-4508

DUAS NOVAS ESPÉCIES DE *HYLA* DO GRUPO DE *H. POLYTAENIA* COPE, 1870 DO SUDESTE DO BRASIL (AMPHIBIA, ANURA, HYLIDAE) [1]

(Com 10 figuras)

ULISSES CARAMASCHI [2, 3]
CARLOS ALBERTO GONÇALVES CRUZ [2]

RESUMO: Duas espécies novas de *Hyla* pertencentes ao grupo de *H. polytaenia* são descritas do Estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. *Hyla latistriata* sp.nov., obtida no Parque Nacional do Itatiaia, Município de Itamonte, e no Município de Marmelópolis, é caracterizada pelo tamanho grande para o grupo (comprimento rostro-cloacal 34,9-40,6mm nos machos; 40,9-51,6mm nas fêmeas), dorso com quatro faixas longitudinais largas marrom-claras intercaladas por três faixas estreitas marrons e pela faixa marrom escura lateral delimitada acima por uma linha branca e abaixo por uma estreita faixa também branca, além de detalhes da morfologia. *Hyla beckeri* sp.nov., coletada em Poços de Caldas, caracteriza-se pelo tamanho pequeno para o grupo (comprimento rostro-cloacal 24,2-29,0mm nos machos; 32,0-33,9mm nas fêmeas), dorso com quatro faixas estreitas longitudinais marrom-claras intercaladas por três faixas marrons contornadas por uma linha creme, sendo as duas faixas marrom-claras externas mais largas que as internas, e pela faixa marrom-escura lateral delimitada acima por uma linha branca-prateada e abaixo por uma estreita faixa também branca-prateada, bem como por detalhes morfológicos.

Palavras-chave: Amphibia, *Hyla polytaenia*; *H. latistriata* sp.nov., *H. beckeri* sp.nov., taxonomia.

ABSTRACT: Two new species of *Hyla* of the *H. polytaenia* group from southeastern Brazil (Amphibia, Anura, Hylidae).

Two new species of *Hyla* belonging to the *H. polytaenia* group are described from the State of Minas Gerais, Southeastern Brazil. *Hyla latistriata* sp.nov., obtained in the Parque Nacional do Itatiaia, Municipality of Itamonte, and in the Municipality of Marmelópolis, is characterized by the size large for the group (snout-vent length 34.9-40.6mm in males; 40.9-51.6mm in females), dorsum with four wide longitudinal light brown stripes intercalated by three narrow brown stripes, and a dark brown lateral stripe delimited by a white line above and by a narrow white stripe below, besides morphological details. *Hyla beckeri* sp.nov., collected in Poços de Caldas, is characterized by the small size for the group (snout-vent length 24.2-29.0mm in males; 32.0-33.9mm in females), dorsum with four narrow longitudinal light brown stripes intercalated by three brown stripes contorned by a cream line, the external stripes being wider than the internal ones, and a dark brown lateral stripe delimited by a white-silvery line above and by a narrow white-silvery stripe below, besides morphological details.

Key words: Amphibia, *Hyla polytaenia*; *H. latistriata* sp.nov., *H. beckeri* sp.nov., taxonomy.

INTRODUÇÃO

A definição do grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 foi apresentada por CRUZ & CARAMASCHI (1998), para abrigar espécies de pequeno porte (comprimento rostro-cloacal 25,6-37,6mm nos machos, 29,0-41,5mm nas fêmeas), corpo alongado e cabeça estreita, com padrão de colorido dorsal composto por linhas e faixas longitudinais mais ou menos definidas e ausência de barras transversais ou manchas nas faces anterior e posterior das coxas e na região ingüinal; deve-se acrescentar que todas as espécies apresentam prepólex com espinho curvo, único, e tubérculo metatarsal externo ausente. Atualmente esse grupo é composto por *Hyla polytaenia* Cope, 1870, *H. cipoensis* B. Lutz, 1968, *H. goiana* B. Lutz, 1968, *H. leptolineata* Braun & Braun, 1977, *H. buriti* Caramaschi & Cruz, 1999, *H. stenocephala* Caramaschi & Cruz, 1999, e *H. phaeopleura* Caramaschi & Cruz, 2000 (CRUZ & CARAMASCHI, 1998; CARAMASCHI & CRUZ, 1999, 2000).

[1] Submetido em 24 de outubro de 2003. Aceito em 30 de junho de 2004.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Vertebrados. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
[3] E-mail: ulisses@acd.ufrj.br.

Neste trabalho são descritas duas espécies novas pertencentes ao grupo de *H. polytaenia*, ocorrentes no Estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Material-tipo depositado nas coleções do Museu Nacional - Rio de Janeiro (MNRJ), Eugenio Izecksohn, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (EI) e Jorge Jim, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu (JJ); material comparativo referido em CRUZ & CARAMASCHI (1998) e CARAMASCHI & CRUZ (1999, 2000). Medidas utilizadas, dadas em milímetros (mm): comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (CC), largura da cabeça (LC), distância internasal (DIN), distância narina-olho (DNO), diâmetro do olho (DO), largura da pálpebra superior (LPS), distância interorbital (DIO), diâmetro do tímpano (DT), comprimento da coxa (CCX), comprimento da tíbia (CT) e comprimento do tarso-pé (CTP). Apenas exemplares bem preservados, que possibilitavam medidas mais precisas, foram considerados. A notação das fórmulas palmar e plantar segue SAVAGE & HEYER (1967).

Hyla latistriata sp.nov.
(Figs.1-5)

Holótipo – BRASIL: MINAS GERAIS: Itamonte: Parque Nacional do Itatiaia, Brejo da Lapa (22°21'S, 44°44'W, 2160m de altitude), MNRJ 18753, ♂ adulto, J.P.Pombal Jr., D.R.Dib-Ferreira e L.R.Vasconcelos cols., 22-23/I/1997.

Parátipos – Coletado com o holótipo: MNRJ 18752, ♀. Coletados na localidade-tipo: MNRJ 25735-25737, ♂; MNRJ 29154-29165, ♂, B.Lutz, E.Gouvêa e J.Coutinho cols., 15-17/XII/1960; MNRJ 3222, ♀, A.C.Brade col., 1955; EI 1159, ♂, S.G.Nunes col., 11/X/1959; JJ 7797, ♀, J.Jim, V.C.Jesus e U.Caramaschi cols., 01-02/XII/1973. BRASIL: MINAS GERAIS: Marmelópolis, EI 3422-3426, três ♂ e duas ♀, J.Jim col., 21/I/1965.

Diagnose – Espécie pertencente ao grupo de *Hyla polytaenia*, diagnosticada por: tamanho grande para o grupo (CRC 34,9-40,6mm nos machos; 40,9-51,6mm nas fêmeas); focinho arredondado em vista dorsal, obtuso em vista lateral; crista supra-cloacal presente; apêndice calcâneo ausente; membros anteriores robustos; dedos com discos adesivos grandes, semelhantes aos dos artelhos; membrana interdigital pouco desenvolvida entre os dedos e medianamente desenvolvida entre os artelhos; padrão de colorido dorsal com quatro faixas longitudinais largas marrom-claras, intercaladas por três faixas estreitas marrons; faixa marrom-escura lateral delimitada acima por uma linha branca e abaixo por uma estreita faixa branca.

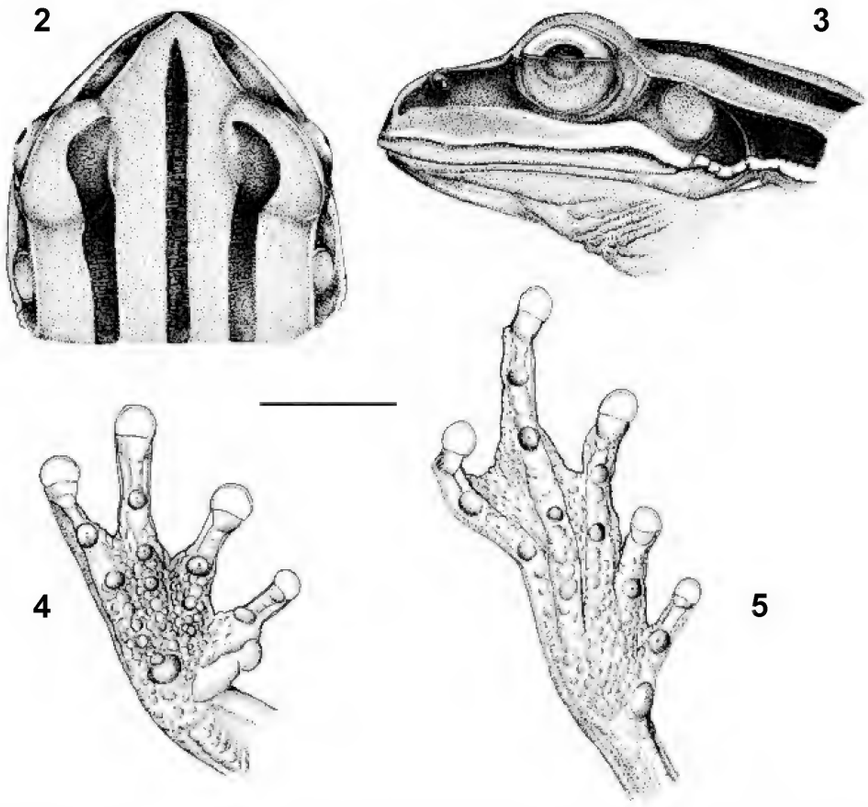
Descrição – Aspecto robusto (Fig.1); comprimento

Fig.1- *Hyla latistriata* sp.nov., holótipo (MNRJ 18753; CRC 35,3mm), vista dorsal.

da cabeça igual a largura, que cabe cerca de três vezes no comprimento rostro-cloacal; focinho arredondado em vista dorsal (Fig.2), obtuso em vista lateral (Fig.3); narinas não protuberantes, elípticas, situadas e dirigidas lateralmente; distância internasal igual a distância narina-olho e ligeiramente menor que a largura da pálpebra superior, que, por sua vez, é 1,3 vezes menor que a distância interorbital; olhos pouco proeminentes, situados lateralmente, dirigidos para frente; diâmetro do olho ligeiramente menor que a distância interorbital, equivalendo aproximadamente 1,4 vezes a distância narina-olho e 1,9 vezes o diâmetro do tímpano; canto rostral arredondado; região loreal oblíqua, ligeiramente côncava; saco vocal desenvolvido, subgular, único; dentes vomerianos em dois grupos, entre e ligeiramente atrás das coanas, que são relativamente pequenas, ovaladas; língua grande, arredondada, pouco livre, pouco entalhada atrás; tímpano evidente, circular, afastado da borda posterior do olho por distância aproximadamente equivalente ao seu diâmetro; prega dérmica supratimpânica evidente, que se prolonga até a inserção do braço.

Membros anteriores robustos, antebraço mais robusto que o braço; uma crista glandular ao longo da face inferior externa do antebraço. Mão robusta (Fig.4), com calo carpal pequeno, arredondado; superfície palmar rugosa; dedos com comprimento e espessura medianos, fimbriados; discos adesivos medianos, sendo que o do dedo I tem metade do diâmetro dos demais; prepólex saliente, com espinho curvo, único; tubérculos subarticulares desenvolvidos, cônicos, únicos; tubérculos supranumerários presentes; membranas interdigitais pouco desenvolvidas; fórmula palmar, I 2 - 3⁻ II 2⁻ - 3⁻ III 2½ - 2 IV.

Membros posteriores longos; comprimento da coxa ligeiramente menor que o comprimento da tíbia; soma dos comprimentos da coxa e da tíbia menor que o comprimento rostro-cloacal; uma crista glandular ao longo da face inferior interna do tarso. Pé (Fig.5) com superfície plantar rugosa; tubérculo metatarsal interno pequeno, ovalado; tubérculo metatarsal externo ausente; artelhos longos, delgados; discos adesivos semelhantes aos dos dedos; tubérculos subarticulares cônicos; tubérculos supranumerários presentes;



Hyla latistriata sp.nov., holótipo (MNRJ 18753): fig.2- vista dorsal da cabeça; fig.3- vista lateral da cabeça; fig.4- palma da mão; fig.5- planta do pé. Escala = 5mm.

membranas interdigitais medianamente desenvolvidas; fórmula plantar, I 2^- - 2 II 1 - 2^+ III 2 – 3^- IV 2^+ - 1 V.

Superfícies dorsais lisas; apêndice calcâneo ausente; crista supra-cloacal presente; grânulos maiores formam duas pequenas cristas longitudinais abaixo da abertura cloacal; ventre e faces inferiores das coxas rugosas.

Colorido – Em preservativo (álcool a 70°GL), dorso do corpo com quatro faixas largas marrom-claras, dispostas longitudinalmente, intercaladas por três faixas estreitas marrons. Em cada faixa clara pode ou não existir uma linha segmentada marrom-escura; em cada faixa escura pode haver pontos marrons alinhados, às vezes coalescentes, principalmente na metade posterior do corpo. Lateralmente, o padrão dorsal é limitado por uma linha esbranquiçada que, partindo da narina, estende-se pelo canto rostral até o olho e deste até a inserção da coxa. Abaixo dessa linha, uma larga faixa lateral marrom-escura se estende desde a ponta do focinho até o olho e deste até a inserção da coxa. Inferiormente a essa, uma estreita faixa branca contorna a maxila superior e, passando sob o olho e o tímpano, se estende até a inserção da coxa. Face dorsal dos membros com uma faixa longitudinal marrom-clara marginada lateralmente por faixas marrom-escuras. As faixas claras do dorso das coxas se unem em uma linha branca sobre a crista supra-cloacal. Uma estreita faixa esbranquiçada ocorre na margem posterior do antebraço e da tíbia. Ventre creme claro. Região gular, anterior ao saco vocal, esbranquiçada, com pigmentação marrom junto ao contorno da mandíbula.

Em vida, o padrão geral de colorido é mais acentuado, acrescido de tons avermelhados nas partes ocultas da região ingüinal e coxas.

Medidas do holótipo – CRC 35,3; CC 11,7; LC 11,1; DIN 2,9; DNO 2,6; DO 3,4; LPS 3,0; DIO 3,6; DT 2,9; CCX 18,0; CT 18,4; CTP 26,4.

Variação – Os exemplares da série-tipo são congruentes entre si quanto à morfologia e padrão de colorido. Variações nas medidas são apresentadas na tabela 1.

Distribuição geográfica – Serra da Mantiqueira, na região do Parque Nacional do Itatiaia, acima de 2000m de altitude, e no Município de Marmelópolis (MG), acima de 1200m de altitude.

Etimologia – O nome da espécie é composto por dois adjetivos latinos, *latus*, largo, e *striatus*, listrado ou estriado, em alusão às largas faixas que compõem seu padrão de colorido dorsal.

Hyla beckeri sp.nov.
(Figs.6-10)

Holótipo – BRASIL: MINAS GERAIS: Poços de Caldas

Tabela 1. Amplitude (mm), média ($\bar{x}$) e desvio-padrão (DP) das medidas de *Hyla latistriata* sp.nov.

CARACTERES	♂ (n = 13)			♀ (n = 3)		
	AMPLITUDE	$\bar{x}$	DP	AMPLITUDE	$\bar{x}$	DP
CRC	34,9-40,6	38,0	2,01	40,9-51,6	44,8	5,91
CC	11,0-12,7	11,9	0,52	11,8-16,1	13,5	2,29
LC	11,0-12,0	11,9	0,59	12,6-15,5	13,7	1,59
DIN	2,5-3,1	2,8	0,18	2,7-3,4	3,0	0,36
DNO	2,5-3,0	2,8	0,18	3,0-3,5	3,2	0,26
DO	3,4-4,2	3,8	0,27	3,4-4,8	4,0	0,71
LPS	2,6-3,5	3,0	0,27	2,8-3,7	3,1	0,49
DIO	3,6-4,5	4,0	0,28	4,0-4,7	4,3	0,38
DT	1,7-2,2	2,0	0,14	2,0-3,0	2,4	0,51
CCX	16,0-19,0	18,2	0,92	18,9-25,8	21,4	3,80
CTB	16,5-19,3	18,5	0,88	20,0-25,5	22,0	3,04
CTP	23,3-28,4	26,6	1,46	29,3-31,8	30,2	1,41

(n) número de exemplares.

(21°47'S, 46°34'W; 1200m de altitude), MNRJ 14998, ♂ adulto, J.Becker e O.Roppa cols., 06/III/1964.

Parátipos – BRASIL: MINAS GERAIS: Poços de Caldas: Morro do Ferro, MNRJ 33745-33746, ♂, O.Roppa e O.Leoncini cols., 28/I/1965; Represa Bortolan, MNRJ 33747, ♂, O.Leoncini col., 20/I/1965; MNRJ 33748-33749, ♂, J.Becker e O.Roppa cols., 30/III/1964; Morro do Ferro, MNRJ 33750-33751, ♀ e ♂, J.Becker, O.Roppa e O.Leoncini cols., 07/IX/1967; Caixa d'Água, MNRJ 33752-33753, ♂, O.Roppa col., 04/X/1964; coletados com o holótipo, MNRJ 3818, 14996-14997, 14999-15006, dez ♂ e uma ♀; Morro do Ferro, MNRJ 3813, 14995, ♂, J.Becker e O.Roppa cols., 05/III/1964; MNRJ 3810, 14992, ♂, J.Becker e O.Roppa cols., 06/III/1964; Morro do Ferro, MNRJ 3812, ♀♀, J.Becker e O.Roppa cols., 05/III/1964; Morro do Ferro, MNRJ 23369-23372, ♂, O.Roppa e S.Leontsinis cols., 28/I/1965.

Diagnose – Espécie pertencente ao grupo de *Hyla polytaenia*, diagnosticada por: tamanho pequeno para o grupo (CRC 24,2-29,0mm nos machos; 32,0-33,9mm nas fêmeas); focinho arredondado em vistas dorsal e lateral; crista supra-cloacal presente; apêndice calcâneo ausente; membros anteriores delgados; dedos e artelhos com discos adesivos pequenos; membrana interdigital pouco desenvolvida entre os dedos e medianamente desenvolvida entre os artelhos; padrão de colorido dorsal com quatro faixas estreitas longitudinais marrom-claras, intercaladas por três faixas marrons contornadas por uma linha creme; as duas faixas marrom-claras externas mais largas que as internas; faixa marrom-escura lateral delimitada acima por uma linha e abaixo por uma estreita faixa branca-prateada.

Descrição – Aspecto esbelto (Fig.6); comprimento da cabeça pouco maior que a largura, que cabe cerca de três vezes no comprimento total; focinho arredondado em vistas dorsal e lateral (Figs.7-8); narinas não protuberantes, elípticas, situadas e dirigidas lateralmente; distância internasal igual a distância narina-olho e a largura da pálpebra superior, que, por sua vez, equivale a 73% da distância interorbital; olhos proeminentes, situados lateralmente, dirigidos para frente; diâmetro do olho 1,4 vezes a distância narina-olho e cerca de 2,2 vezes o diâmetro do tímpano; canto rostral arredondado; região loreal oblíqua, ligeiramente côncava; saco vocal desenvolvido, subgular, único; dentes vomerianos em dois grupos pequenos, entre e ligeiramente atrás das

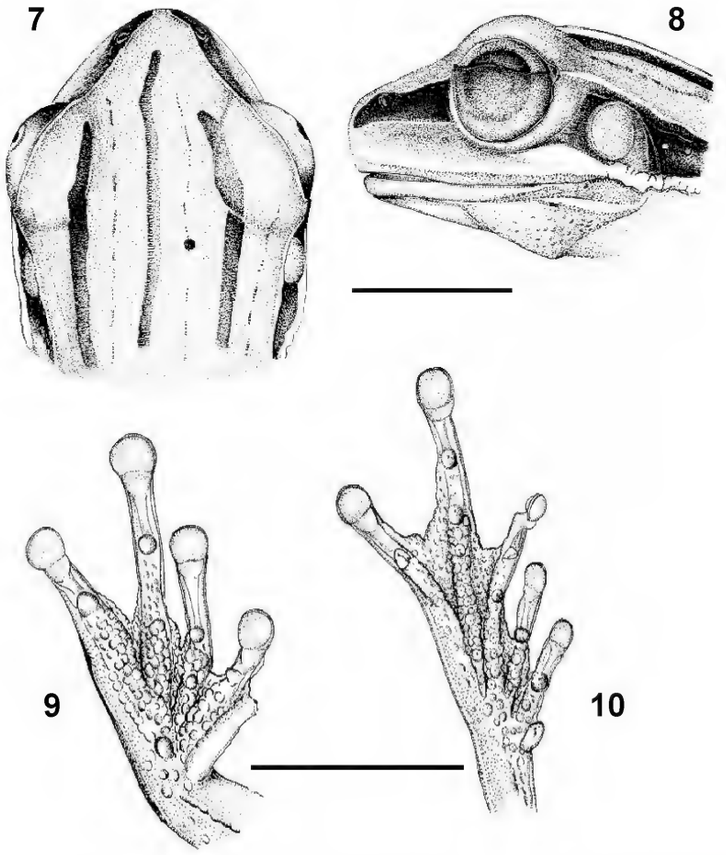
Fig.6- *Hyla beckeri* sp.nov., holótipo (MNRJ 14998; CRC 27,5mm), vista dorsal.

coanas, que são relativamente pequenas, ovaladas; língua de tamanho moderado, arredondada, pouco livre, entalhada atrás; tímpano evidente, circular, afastado da borda posterior do olho por distância ligeiramente menor que o seu diâmetro; prega dérmica supratimpânica evidente, que se prolonga até a inserção do braço.

Membros anteriores delgados, antebraço mais robusto que o braço; uma crista glandular ao longo da face inferior externa do antebraço. Mão (Fig.9) com calo carpal pequeno, arredondado; superfície palmar com muitos tubérculos pequenos; dedos delgados, com comprimento mediano, fimbriados; discos adesivos pequenos, sendo que o do dedo I tem menos de metade do diâmetro dos demais; prepólex saliente, com espinho curvo, único; tubérculos subarticulares desenvolvidos, cônicos, únicos; tubérculos supranumerários presentes; membranas interdigitais pouco desenvolvidas; fórmula palmar, I 2 - 3 II 2 – 3^- III 2½ - 2 IV.

Membros posteriores longos; comprimento da coxa ligeiramente menor que o comprimento da tíbia; soma dos comprimentos da coxa e da tíbia menor que o comprimento rostro-cloacal; uma crista glandular ao longo da face inferior interna do tarso. Pé (Fig.10) com superfície plantar rugosa; tubérculo metatarsal interno pequeno, ovalado; tubérculo metatarsal externo ausente; artelhos longos, de espessura mediana; discos adesivos pequenos, pouco menores que os dos dedos, sendo que os discos dos artelhos I e II têm aproximadamente metade do diâmetro dos demais; tubérculos subarticulares cônicos; tubérculos supranumerários presentes; membranas interdigitais medianamente desenvolvidas; fórmula plantar, I 2 - 2^+ II 2^- - 3^+ III 2^- - 3^- IV 2 - 1^- V.

Superfícies dorsais lisas; apêndice calcâneo ausente; crista supra-cloacal presente; grânulos maiores formam duas pequenas cristas longitudinais abaixo da abertura cloacal; ventre e faces inferiores das coxas rugosas.



Hyla beckeri sp.nov., holótipo (MNRJ 14998): fig.7- vista dorsal da cabeça; fig.8- vista lateral da cabeça; fig.9- palma da mão; fig.10- planta do pé. Escala = 5mm.

Colorido – Em preservativo (álcool a 70°GL), dorso do corpo com quatro faixas estreitas longitudinais marrom-claras, intercaladas por três faixas estreitas marrons contornadas por uma linha creme; as duas faixas marrom-claras externas mais largas que as internas; em cada faixa clara existe uma fina faixa segmentada, raramente inteira, também marrom. Lateralmente, o padrão dorsal é limitado por uma linha esbranquiçada que, partindo da narina e passando pelo canto rostral e pela borda da pálpebra superior, se estende até a inserção da coxa. Abaixo dessa linha, uma larga faixa lateral marrom-escura se estende desde a ponta do focinho até o olho e deste até a inserção da coxa. Sob essa faixa marrom-escura, uma estreita faixa branca contorna a maxila superior e, passando sob o olho e o tímpano, se estende até a inserção da coxa. Face dorsal dos membros com uma faixa longitudinal marrom-clara, que possui no centro uma linha segmentada e, em cada lateral, uma estreita faixa marrom. Margem externa do antebraço e da tíbia com uma faixa longitudinal marrom-escura; uma linha esbranquiçada ocorre na margem posterior do antebraço, coxa, tíbia e tarso, estendendo-se até a extremidade do artelho V; no antebraço e na tíbia essa linha esbranquiçada passa imediatamente acima da faixa marrom-escura e na coxa ela se liga com a crista supra-cloacal branca. Ventre creme-claro. Região gular, anterior ao saco vocal, esbranquiçada, com pigmentação marrom junto ao contorno da mandíbula.

O colorido em vida não é conhecido.

Medidas do holótipo – CRC 27,5; CC 9,2; LC 8,8; DIN 2,4; DNO 2,2; DO 3,4; LPS 2,4; DIO 3,1; DT 1,5; CCX 12,6; CT 13,5; CTP 19,3.

Variação – Os exemplares da série-tipo são congruentes entre si quanto à morfologia e padrão de colorido. Variações nas medidas são apresentadas na tabela 2.

Distribuição geográfica – Conhecida apenas da localidade-tipo, na região de Poços de Caldas (MG), em torno de 1200m de altitude.

Etimologia – O nome da espécie é uma homenagem ao amigo e colega Prof. Johann Becker (*in memoriam*), eminente pesquisador e coletor de maior parte dos exemplares da série-tipo.

DISCUSSÃO

Com as descrições de *Hyla latistriata* sp.nov. e *Hyla beckeri* sp.nov., o grupo de *Hyla polytaenia* passa a compreender nove espécies (*Hyla polytaenia, H. cipoensis, H. goiana, H. leptolineata, H. buriti, H. stenocephala, H. phaeopleura, H. latistriata* sp.nov. e *H. beckeri* sp.nov.). Todas possuem padrão de desenho dorsal composto por quatro faixas claras intercaladas por três faixas escuras longitudinais, exceto *H. leptolineata*, cujo padrão de desenho

Tabela 2. Amplitude (mm), média ($\bar{x}$) e desvio-padrão (DP) das medidas de *Hyla beckeri* sp.nov.

CARACTERES	♂ (n = 12)			♀ (n = 3)		
	AMPLITUDE	$\bar{x}$	DP	AMPLITUDE	$\bar{x}$	DP
CRC	24,2-29,0	26,8	1,40	32,0-33,9	32,8	0,98
CC	8,3-9,9	9,0	0,49	9,8-10,9	10,5	0,61
LC	8,0-9,2	8,6	0,40	9,7-11,0	10,5	0,68
DIN	2,0-2,4	2,2	0,13	2,4-2,7	2,6	0,17
DNO	2,0-2,4	2,2	0,10	2,4-2,7	2,6	0,17
DO	2,6-3,6	3,1	0,27	3,4-3,7	3,5	0,15
LPS	2,0-2,6	2,3	0,20	2,3-2,6	2,5	0,15
DIO	2,7-3,4	3,0	0,20	3,2-3,7	3,4	0,26
DT	1,3-1,6	1,4	0,09	1,7-1,8	1,7	0,06
CCX	11,5-13,5	12,4	0,59	14,8-16,7	15,8	0,95
CTB	12,4-14,5	13,4	0,76	15,6-16,8	16,3	0,62
CTP	16,8-20,0	18,5	1,03	21,4-23,1	22,5	0,98

(n) número de exemplares.

dorsal é formado por inúmeras linhas longitudinais. A distribuição geográfica das espécies do grupo envolve as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (CRUZ & CARAMASCHI, 1998; CARAMASCHI & CRUZ, 1999, 2000).

A ausência de apêndice calcâneo separa prontamente *H. latistriata* sp.nov. e *H. beckeri* sp.nov. de *H. polytaenia* (apêndice calcâneo presente). *Hyla latistriata* sp.nov. e *H. beckeri* sp.nov. possuem crista supra-cloacal e a largura da cabeça é superior a 30% do CRC, o que as distingue de *H. cipoensis, H. buriti* e *H. stenocephala*, que não possuem crista supra-cloacal e apresentam cabeça com largura inferior a 27% do CRC. *Hyla latistriata* sp.nov., da mesma forma que *H. goiana* e *H. phaeopleura*, também possui crista supra-cloacal e discos adesivos desenvolvidos. Entretanto, *H. latistriata* sp.nov. possui CRC 34,9-40,6mm nos machos e 40,9-51,6mm nas fêmeas (CRC 28,4-37,6mm nos machos de *H. goiana*; CRC 30,5-35,2mm nos machos, 36,6-36,9mm nas fêmeas de *H. phaeopleura*). Além disso, *H. goiana* apresenta, nas faixas claras do dorso do corpo, finas linhas longitudinais (ausentes em *H. latistriata* sp.nov. e *H. phaeopleura*); *H. phaeopleura* possui membros anteriores delgados e padrão de desenho dorsal pouco evidente (membros anteriores robustos e padrão de desenho dorsal muito evidente em *H. latistriata* sp.nov. e *H. goiana*). *Hyla beckeri* sp.nov., a menor de todas as espécies relacionadas (CRC 24,2-29,0mm nos machos, 32,0-33,9mm nas fêmeas), difere de *H. goiana* por possuir membros anteriores delgados e discos adesivos pequenos; difere de *H. phaeopleura* também por apresentar discos adesivos pequenos e pelo padrão de desenho dorsal muito evidente; da mesma forma, se separa de *H. latistriata* sp.nov. por possuir discos adesivos pequenos e membros anteriores delgados.

AGRADECIMENTOS

Aos Profs. Eugenio Izecksohn e Oswaldo L.Peixoto (UFRRJ) e Jorge Jim (UNESP) pelo empréstimo de exemplares para estudo. Ao Prof. José P. Pombal Jr. (MNRJ) pela leitura e sugestões ao manuscrito. Ao Desenhista Paulo Roberto Nascimento (MNRJ) pelas ilustrações a nanquim. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARAMASCHI, U. & CRUZ, C.A.G., 1999. Duas espécies novas do grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 do Estado de Minas Gerais, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia**, Rio de Janeiro (403):1-10.

CARAMASCHI, U. & CRUZ, C.A.G., 2000. Duas espécies novas de *Hyla* Laurenti, 1768 do Estado de Goiás, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia**, Rio de Janeiro (422):1-12.

CRUZ, C.A.G. & CARAMASCHI, U., 1998. Definição, composição e distribuição geográfica do grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 (Amphibia, Anura, Hylidae). **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia**, Rio de Janeiro (392):1-19.

SAVAGE, J.M. & HEYER, W.R., 1967. Variation and distribution in the tree-frog genus *Phyllomedusa* in Costa Rica, Central America. **Beiträge zur Neotropischen Fauna**, Stuttgart, **5**:111-131.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.3, p.255-282, jul./set.2004
ISSN 0365-4508

REVIEW OF THE *BUFO CRUCIFER* SPECIES GROUP, WITH DESCRIPTIONS OF TWO NEW RELATED SPECIES (AMPHIBIA, ANURA, BUFONIDAE) [1]

(With 27 figures)

FLAVIO A. BALDISSERA JÚNIOR [2, 3]
ULISSES CARAMASCHI [4, 5]
CÉLIO F. B. HADDAD [3, 5]

ABSTRACT: The *Bufo crucifer* species group is revised on the basis of external morphological and morphometrical characteristics, evidencing variation in size, shape of the parotoid gland, width of the head, cranial crests, and presence or absence of yellow spots near the cloaca and hind limbs. Five species are recognized: *B. crucifer* Wied-Neuwied, 1821, *B. ornatus* Spix, 1824 (revalidated), *B. henseli* A.Lutz, 1934 (revalidated), *B. abei* sp.nov., and *B. pombali* sp.nov. The geographic distribution of the species is associated with the Atlantic Rain Forest and adjacent areas: *B. crucifer* occurs from the State of Ceará to southern State of Espírito Santo and northeastern State of Minas Gerais; *B. ornatus* is distributed from southern State of Espírito Santo, through the states of Rio de Janeiro and São Paulo to northern State of Paraná, and possibly in northeastern Argentina, in the provinces Misiones and Corrientes; *B. henseli* is found from southern State of Santa Catarina to the coast of the State of Rio Grande do Sul; *B. abei* sp.nov., described from Córrego Grande, Municipality of Florianópolis, State of Santa Catarina, is distributed from the State of Paraná to southern State of Santa Catarina and areas of the northern State of Rio Grande do Sul; and *B. pombali* sp.nov., described from the Reserva Biológica de Peti, Municipality of São Gonçalo do Rio Abaixo, State of Minas Gerais, occurs in transitional areas between the Atlantic Rain Forest and the "cerrados" in the State of Minas Gerais. Additionally, *Bufo crucifer* var. *pfrimeri* Miranda-Ribeiro, 1926, currently in the synonymy of *B. crucifer*, is transfered to the synonymy of *Bufo guttatus* Schneider, 1799. *Bufo levicristatus* Boettger, 1885 is considered a *species inquirenda* and removed from the synonymy of any species included in the *B. crucifer* group. *Bufo spixii* Fitzinger, 1826 is transfered from the synonymy of *Bufo margaritifer* (Laurenti, 1768) to the synonymy of *Bufo ornatus* Spix, 1824.

Key words: *Bufo crucifer*, *B. ornatus*, *B. henseli*, *B. abei* sp.nov., *B. pombali* sp.nov., Morphometrics, Taxonomy.

RESUMO: Revisão das espécies do grupo de *Bufo crucifer*, com descrições de duas espécies relacionadas (Amphibia, Anura, Bufonidae).

O grupo de *Bufo crucifer* é revisado com base em caracteres morfológicos externos e morfométricos, evidenciando variação em tamanho, forma das glândulas parotóides, largura da cabeça, cristas cefálicas e presença ou ausência de manchas amarelas próximo à cloaca e nas pernas. Cinco espécies são reconhecidas: *Bufo crucifer* Wied-Neuwied, 1821, *B. ornatus* Spix, 1824 (revalidada), *B. henseli* A.Lutz, 1924 (revalidada), *B. abei* sp.nov. e *B. pombali* sp.nov. A distribuição geográfica das espécies é associada à Floresta Atlântica e regiões adjacentes: *B. crucifer* ocorre do Estado do Ceará ao sul do Estado do Espírito Santo e nordeste do Estado de Minas Gerais; *B. ornatus* ocorre do sul do Estado do Espírito Santo, através dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo até o norte do Estado do Paraná e possivelmente no nordeste da Argentina, nas Províncias Misiones e Corrientes; *B. henseli* é encontrada do sul do Estado de Santa Catarina até a região costeira do Estado do Rio Grande do Sul; *B. abei* sp.nov., descrita de Córrego Grande, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, está distribuída do Estado do Paraná até o sul do Estado de Santa Catarina e áreas do norte do Estado do Rio Grande do Sul; *B. pombali* sp.nov., descrita da Reserva Biológica de Peti, Município de São Gonçalo do Rio Abaixo, Estado de Minas Gerais, ocorre nas áreas de transição entre a Floresta Atlântica e os cerrados no Estado de Minas Gerais. Adicionalmente, *Bufo crucifer* var. *pfrimeri* Miranda-Ribeiro, 1926, atualmente incluída na sinonimia de *B. crucifer*, é transferida para a sinonimia de *Bufo guttatus* Schneider, 1799. *Bufo levicristatus* Boettger, 1885 é considerada *species inquirenda* e retirada da sinonimia de qualquer das espécies incluídas no grupo de *B. crucifer*. *Bufo spixii* Fitzinger, 1826 é transferida da sinonimia de *Bufo margaritifer* (Laurenti, 1768) para a sinonimia de *Bufo ornatus* Spix, 1824.

Palavras-chave: *Bufo crucifer*, *B. ornatus*, *B. henseli*, *B. abei* sp.nov., *B. pombali* sp.nov., Morfometria, Taxonomia.

---

[1] Received on March 18, 2004. Accepted on June 29, 2004.
[2] Current address: Universidade Católica de Santos (UNISANTOS). Campus Dom Idílio José Soares, Avenida Conselheiro Nébias, 300, Santos, 11015-002, SP, Brasil. E-mail: baldisseri@unisantos.br.
[3] Universidade Estadual Paulista, Departamento de Zoologia (IB). Caixa Postal 199, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.
[4] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Vertebrados. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
[5] Fellow of Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

INTRODUCTION

The name *Bufo crucifer* Wied-Neuwied, 1821 was originally proposed for populations distributed along the Atlantic Rain Forest and its areas of influence in the State of Bahia, Brazil (BOKERMANN, 1966). According to MARTIN (1972), FROST (1985, 2002), and DUELLMAN & SCHULTE (1992), the *B. crucifer* species group is composed exclusively by the nominal species. This species is ecologically restricted to forested areas (KLOSS, 1972) or, at least, associated with those areas (JIM, 1980). According to HADDAD & SAZIMA (1992), this species group has a wide distribution and there would be probably more than one species under this name. In the recent past, the different forms found throughout this wide distribution area were considered species or subspecies, causing vast synonymy (see A.LUTZ, 1934; COCHRAN, 1955; FROST, 2002). Currently, there are 15 available names for the different morphotypes of the *B. crucifer* species group.

WIED-NEUWIED (1821) described *Bufo crucifer* in the second volume of his book and the specific name was given in reference to the dorsal pattern present in some adult specimens. This pattern resembles a triple cross, the optical effect of which is made by black marks that follow the vertebral line. The usage of this characteristic seems to have contributed to a large taxonomic confusion among the morphotypes of this species group because it has been shown to be extremely polymorphic in adult individuals and is variably present or absent in all known populations of the *B. crucifer* species group (our data).

SPIX (1824) described *Bufo ornatus* using specimens from the Province of Rio de Janeiro (now Municipality of Rio de Janeiro). Two other species, *Bufo dorsalis* and *Bufo scaber*, were described in the same paper using specimens from the same area. These latter are, in fact, polymorphic individuals of the former. The polymorphic color pattern and the large availability of specimens from Rio de Janeiro led to descriptions of several new species, resulting in many synonyms for *B. ornatus*.

Through descriptions and re-descriptions, few useful taxonomic characteristics were detected by different authors. GÜNTHER (1858, p.141) in his *addendum*, stated that some specimens possessed a line of tubercles in the tarsal region ("...cutaneous fold along the inner edge..."). A.Lutz (1934), in his description of *Bufo crucifer* var. *henseli*, used the yellow spots in the legs and the shape of the parotoid glands as diagnostic characteristics. Additionally, species were described based on specimens of doubtful origin; DUMÉRIL & BIBRON (1841) described *Bufo melanotis* using a series from "Cayenne et au Brésil"; GÜNTHER (1858) worked with specimens from Puerto Cabello, Venezuela and "South America", which probably were not members of the *B. crucifer* species group. These facts created an inaccurate geographical distribution for the group.

By the end of the 19th century, the confusion of names and species gave rise to a general tendency of synonymizing all known species to the epithet *B. crucifer*. BOULENGER (1882) was the first to synonymize almost all available names to the senior name *B. crucifer*. NIEDEN (1923) re-described *B. crucifer*, synonymizing all other available names to it. Later, COCHRAN (1955), CEI (1980), and DUELLMAN & SCHULTE (1992) accepted the group as monotypic, constituted only by *B. crucifer*. FROST (2002) also considered *B. crucifer* as the only valid species for the group and listed all other available names as its synonyms.

MATERIAL AND METHODS

The methodology was based on HEYER (1984). Several collections were used in order to obtain a considerable number of specimens for the taxonomic and morphometric analyses. The specimens were ordered by their geographic localities, males and females were analyzed separately, and sets were constructed following their morphological similarities. The individuals belonging to the different sets were measured for the morphometric analysis. For the general external characteristics we followed DUELLMAN (1970), CEI (1980), and HEYER *et al.* (1990); for the cranial crests we followed A.Lutz (1934); for the webbing formula notation we followed SAVAGE & HEYER (1967), modified by MYERS & DUELLMAN (1982). The specimens collected were preserved according to methodology described in McDIARMID (1994). For the comparisons among the different species only males were used, unless when indicated in the text.

Specimens used in the descriptions or examined for comparisons are deposited in: AL-MN (Adolpho Lutz collection, housed in the Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brazil); CFBH (Célio F.B. Haddad collection, deposited in the Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brazil); CHUNB

(Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília, DF, Brazil); EI (Eugenio Izecksohn collection, housed in the Instituto de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brazil); FETA (Fundação de Ensino e Tecnologia de Alfenas, MG, Brazil); JJ (Jorge Jim collection, housed in the Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brazil); MACN (Museo Argentino de Ciencias Naturales, Corrientes, Argentina); MCN (Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil); MCP (Museu de Ciências e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil); MNRJ (Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brazil); MZUSP (Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, SP, Brasil); PCAG (Paulo C.A. Garcia field number); SJRP (Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP, Brazil); ZUEC (Museu de História Natural, Universidade Estadual de Campinas, SP, Brazil); ZUFSM (Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brazil).

For the morphometric analysis, a total of 53 external morphologic characters were measured in an initial sample of 70 specimens. A multivariate analysis (SOKAL & ROHLF, 1995) was applied to these measurements in order to identify which would be significant for definition of the different species. Twenty-five variables among the 53 original ones were considered statistically useful. Another set of 236 specimens was measured using the 25 significant variables. All measurements were done using a digital caliper Mitutoyo (precision 0.1mm). The 53 characters and respective abbreviations, with the significant ones ($P<0.05$) indicated by an asterisk (*), are: snout to vent length (SVL*); head length (HL*); head width (HW*); inter-choanae distance (IC*); snout to nostril distance (FN/DNF); inter-nostril distance (IND*); nostril border to upper maxilla distance (NE/ DNM); eye to nostril distance (END*); eye diameter (ED*); upper eyelid length (LL/CP); upper eyelid width (UEW*); interorbital distance (IOD*); eye border to upper maxilla distance (EMD*); canthal ridge length (CRL*); pre-orbital ridge length (CPR/CPRO); post-orbital ridge length (POR/CPOO); orbit-tympanum ridge length (COTI/CCOT); supratympanic ridge length (STR*); parietal ridge length (CPA/CCP); eye to tympanum distance (ETD*); tympanum diameter (TD*); tympanum height (TH*); inferior tympanum border to upper maxilla distance (TIE/DTM); parotoid gland length (PGL/CGP); parotoid gland width (PGW/LGP); inter-parotoid distance (IPD*); distance between axillae (IA/DA); forearm length (FAR*); upper arm length (UAR*); external carpal tubercle length (ECL/CCCE); external carpal tubercle width (ECW/LCCE); inner carpal tubercle length (ICTL*); inner carpal tubercle width (ICTW*); distance between carpal tubercles (ICC/ DCC); hand length (HAL*, measured between the articulation forearm-hand and the base of the third finger); finger I length (FL1/CD1); finger II length (FL2/CD2); finger III length (FL3/CD3); finger IV length (FL4/CD4); armpit-groin distance (AGD*); thigh length (THL*); tibia length (TBL*); tarsal length (TAL*, distance between the articulation of tarsus with tibia and the base of the external metatarsal tubercle); external tarsal tubercle length (ETL/CCTE); external tarsal tubercle width (ETW/LCTE); inner tarsal tubercle length (ITL/CCTI); inner tarsal tubercle width (ITW/LCTI); distance between tarsal tubercles (ITC/DCT); toe I length (TL1/CA1); toe II length (TL2/CA2); toe III length (TL3/CA3); toe IV length (TL4/CA4); toe V length (TL5/CA5).

The canonical analysis was used to test the possible discrimination of the morphologically recognized species, through measurements of their external morphological characters. The eigen vectors and their associated eigen values were obtained from a variance-covariance matrix, and the loadings were the correlations between the original variables and the scores. To determine which variables significantly contributed to each of the canonical axes, Pearson's coefficients correlation (r) was used for each character considered in the analysis of canonical variables. The scores of each individual were projected into the reduced space of those canonical axes, allowing a graphical analysis of the discriminations between the species (CAVALCANTI & LOPES, 1993).

RESULTS

Definition of the *Bufo crucifer* species group

Definition – The genus *Bufo* was briefly defined by LAURENTI (1768), and according to FROST (1985, 2002), *Bufo viridis* Laurenti, 1768 would be the type species for the genus by subsequent designation by FITZINGER (1843). FROST (1985) indicated BLAIR (1972) for the definition of the different

groups of the genus *Bufo*, including the *B. crucifer* species group.

More recently, DUELLMAN & SCHULTE (1992) revised the South American phenetic groups of the genus *Bufo*, presenting a new and better morphological definition for the *B. crucifer* species group. From that definition, we would maintain unaltered three osteological statements: (1) frontoparietals broad, fused with prootics; (2) occipital canal partially roofed; (3) exostosing of dermal roofing bones moderate. The following statements are presented for the first time or modified from DUELLMAN & SCHULTE (1992): (4) presence of a row or group of glandular keratinized tubercles at the corners of mouth; (5) absence of the pre-ocular ridge in the smaller specimens, but always present and strongly elevated in the larger ones; (6) a row of glandular keratinized tubercles following the lateral edges of the body, with the first tubercle united or not to the parotoid gland; (7) parotoid gland varying from moderate to small, triangular, elliptical, or elongate; (8) tympanum always visible, sometimes covered by a tegumentary fold on posterior region; (9) snout varying from truncate to mucronate or sub-elliptical in dorsal view; (10) dorsal integument varying from extremely granular to smooth, giving a velvet aspect, never forming glandular clusters.

Composition – *Bufo crucifer* Wied-Neuwied, 1821; *Bufo ornatus* Spix, 1824 (revalidated); *Bufo henseli* A.Lutz, 1934 (revalidated); *Bufo abei* sp.nov.; *Bufo pombali* sp.nov.

Geographic distribution – The group of *B. crucifer* is distributed throughout the Atlantic Rain Forest Morphoclimatic Domain (*sensu* AB'SÁBER, 1977) and its areas of influence, from the State of Ceará to the State of Rio Grande do Sul, penetrating the states of Minas Gerais and São Paulo, and extending to northeastern Argentina, in the provinces Misiones and Corrientes.

Comparisons – Osteologically, members of the *B. crucifer* species group are closely related to the members of the *B. marinus* species group (see BLAIR, 1972). Species of the *B. crucifer* group have relatively less developed cranial crests, integument comparatively smoother, and smaller parotoid glands when compared to the *B. marinus* species group (DUELLMAN & SCHULTE, 1992). Cytogenetically, species of the *B. crucifer* group present karyotypic features very similar to the species of the *B. marinus* group (BALDISSERA, BATISTIC & HADDAD, 1999).

SPECIES ACCOUNTS

Bufo crucifer Wied-Neuwied, 1821 (Figs.1-5)

Bufo crucifer WIED-NEUWIED, 1821 (type-locality not stated, but see below).
Bufo cinctus SCHINZ, 1822 (type-locality, Espírito Santo, Brazil; restricted by BOKERMANN, 1966).
Bufo stellatus SPIX, 1824 (type-locality, "Provincia Bahiae", Brazil).
Bufo (Oxyrhynchus) semilineatus SPIX, 1824 (type-locality, Rio Itapicurú, Municipality of Queimadas, Bahia, Brazil; restricted by BOKERMANN, 1966).
Bufo (Rhinella) semilineatus – CUVIER, 1829.
Bufo melanotis DUMÉRIL & BIBRON, 1841 (type-locality, "Cayenne et au Brésil"; type-locality discussed by BOKERMANN, 1966).
Otolophus cinctus – FITZINGER, 1860.
Bufo crucifer var. *cincta* – MIRANDA-RIBEIRO, 1926.
Bufo crucifer var. *melanotis* – MIRANDA-RIBEIRO, 1926.
Bufo crucifer var. *stellata* – MIRANDA-RIBEIRO, 1926; A.LUTZ, 1934.

Types – Not designated (WIED-NEUWIED, 1821; FROST, 1985, 2002). According to BOKERMANN (1966), the type-locality would be "between the Piabanha and Issara streams" (approximately 14°58'S, 39°25'W), Municipality of Itabuna, State of Bahia, Brazil. The species is perfectly recognizable and it is unnecessary to designate a neotype.

Diagnosis – (1) The largest species of the group (SVL 56.2-103.9mm in males; 77.9-114.4mm in females); (2) head wider than long, with clear subdivision between head and body in dorsal view; (3) snout rounded to mucronate in dorsal view; (4) thick cranial crests; (5) parotoid glands overhang the lateral edges of body dorsally; (6) first tubercle of the lateral row always connected to the parotoid gland; (7) in life, yellow spots near the cloaca and on posterior surfaces of thighs (in preserved specimens these marks become faint); (8) in preserved specimens, dorsal surfaces of body and limbs uniformly colored, vertebral line generally absent or very thin; (9) a conspicuous fringe on the ventral surface of the tarsus.

Comparison with other species – *Bufo crucifer* differs from the other species of the group by its larger size (mean SVL of *B. crucifer* 81.6mm; *B. ornatus* 63.6mm; *B. henseli* 58.3mm; *B. abei* sp.nov. 65.6mm; *B. pombali* sp.nov. 73.3mm). Additionally, *B. crucifer* differs from *B. ornatus*, *B. henseli*, and *B. abei* sp.nov. in that the parotoid glands overhang the edge of body dorsally (not overhanging in *B.*

ornatus, *B. henseli*, and *B. abei* sp.nov.) and by possessing a fringe on the ventral surface of tarsus (a row of small tubercles in those species). From *B. ornatus* and *B. abei* sp.nov., by possessing, in life, yellow spots near the cloaca and on posterior surface of thighs. From *B. henseli*, by presenting, in dorsal view, a clear subdivision between head and body, and the parotoid gland varying from oval to triangular shape, subdivided and generally enlarged in its anterior portion (narrow, long, and not subdivided in *B. henseli*). From *B. pombali* sp.nov., by the snout short in lateral view (long in *B. pombali* sp.nov.) and vertebral line very thin or absent (always present in *B. pombali* sp.nov., sometimes thick and edged by dark marks).

Description – Descriptive statistics in table 1. A large sized species for the group (SVL 56.2-103.9mm in males; 77.9-114.4mm in females); body robust; dorsal aspect with clear subdivision between head and body; head wider than long (HW/HL=1.13). Parotoid glands varying from elliptical to triangular, generally enlarged on anterior portion, overhanging the lateral edges of body dorsally; first tubercle of the lateral row always connected to the parotoid gland; snout rounded to mucronate in dorsal view, rounded in lateral view; conspicuous cranial crests; roof of head depressed, forming a concavity with the orbital ridges; pre-orbital ridges elevated; eyes protuberant; width of upper eyelid about 60% of interorbital distance; nostrils protuberant; area between nostrils concave, bordered by the canthal crests; canthus rostralis straight; loreal region concave; choanae circular, large; tongue oval, long, free, enlarged in posterior portion; length of the tongue twice its width; vocal sac single, subgular, moderately developed; a row of keratinized tubercles starting at the corner of mouth and finishing close to the arm insertion; eye-nostril distance about 75% of eye diameter; inter-nostril distance similar to the tympanum diameter; tympanum distinct, medium sized (TD/ED=0.60), generally elliptical when contacting the supratympanic ridge, circular when free. Forelimbs long, forearms moderately more robust than upper arms; hands of moderate size; fingers medium-sized, slightly fringed; webbing absent; relative lengths of fingers IV<II<I<III; inner metacarpal tubercle protuberant, rounded, generally keratinized; external metacarpal tubercle flat, circular to elliptical; subarticular tubercles protuberant, conspicuous. Tibia length greater than thigh length; sum of tibia and thigh lengths about 86% of SVL; toes long; relative lengths of toes I<II<V<III<IV; short interdigital membrane; plantar webbing formula I1-

Fig.1- *Bufo crucifer* Wied-Neuwied, 1821 (MNRJ 21919, adult ♂), dorsal and ventral views.

Table 1. Descriptive statistics of measurements of males of *Bufo crucifer*.

CHARACTERS	AVERAGE	MINIMUM	MAXIMUM	SD
SVL	81.63	56.2	103.9	9.14
HL	27.53	18.6	35.9	3.13
HW	30.98	19.9	42.3	3.91
ICD	6.77	4.2	9.0	0.90
IND	4.21	2.4	6.2	0.92
END	6.08	3.5	9.0	0.91
ED	8.09	4.7	10.1	1.02
UEW	6.35	4.5	8.0	0.65
IOD	11.08	5.6	16.0	1.66
EMD	3.81	1.8	5.8	0.74
CRL	6.01	3.1	9.0	1.22
STR	4.53	2.5	8.0	0.96
ETD	2.97	1.6	5.1	0.84
TD	4.83	2.9	6.5	0.65
TH	5.53	4.0	7.2	0.65
IPD	18.39	11.1	27.0	2.68
FAR	18.86	13.9	25.4	2.07
UAR	26.83	15.0	37.3	3.97
ICTW	3.61	2.7	5.3	0.46
ICTL	2.81	1.7	3.8	0.48
HAL	7.66	5.1	10.9	1.13
AGD	28.99	20.5	37.0	3.86
THL	33.42	25.6	40.5	3.29
TBL	34.72	25.8	45.5	3.65
TAL	20.93	14.9	26.3	2.23

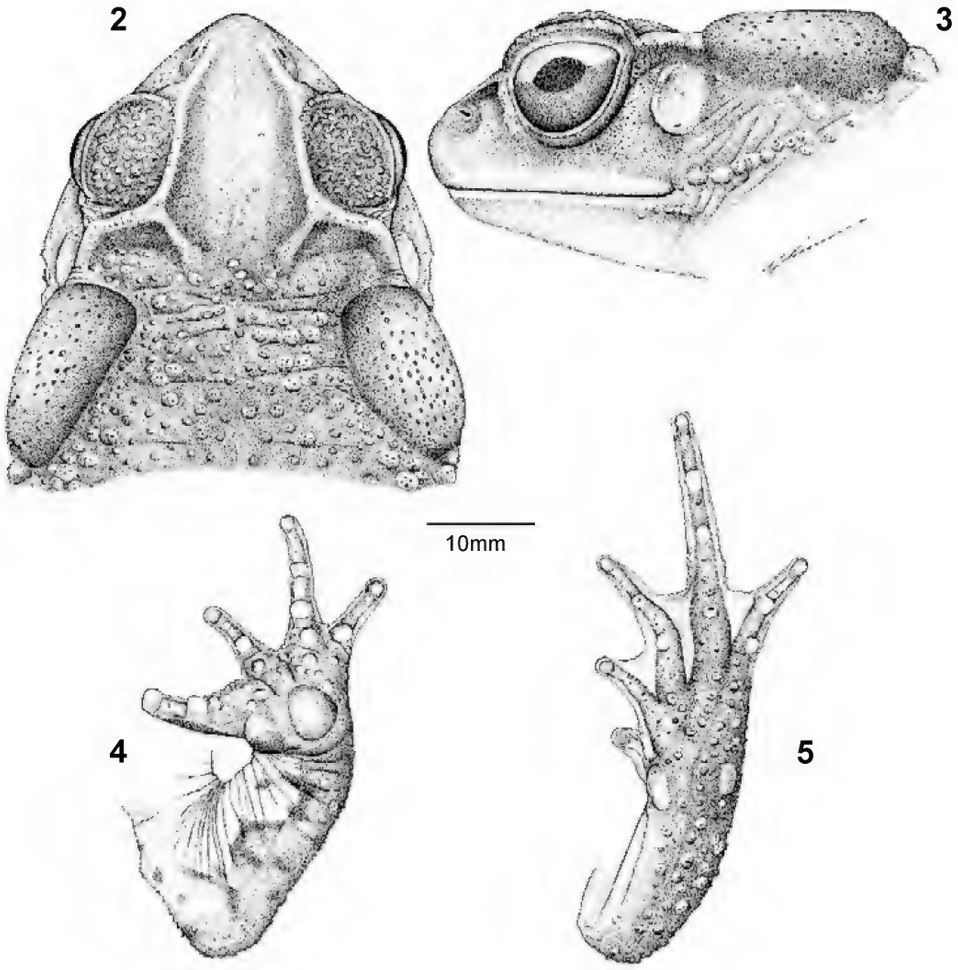
(N=66; SD=standard deviation)

$2^{1/2}$II1-2III2-$3^{2/3}$IV$3^{2/3}$-2V; inner metatarsal tubercle elliptical, protuberant; external metatarsal tubercle circular to elongate; subarticular tubercles small, protuberant; conspicuous fringe along the ventral surface of tarsus, beginning close to the inner metatarsal tubercle and finishing before the tibia-heel articulation.

Color – In life or in in preserved specimens, dorsal color uniform, ochre, olive, brownish or silvery; light vertebral line, when present, very thin; in life, ventral area variably colored, from ochre, cream to sprinkled with dark gray marks, which become fainter in the direction of the thighs; yellow marks always present near the cloaca and on posterior surface of thighs.

Geographic distribution – Distributed throughout the Atlantic Rain Forest and adjacent areas, from the State of Ceará to southern State of Espírito Santo and northeastern State of Minas Gerais, Brazil (Fig.6).

Remarks – *Bufo crucifer* var. *pfrimeri* Miranda-Ribeiro, 1926 (type-locality, "Poço do Rodrigues, Rio da Bagagem, afluente do Rio Maranhão", State of Goiás, Brazil, according to the original label handwritten by A. Miranda-Ribeiro) is currently referred to the synonymy of *B. crucifer* (see FROST, 2002), although BOKERMANN (1966) had correctly synonymized the former with "*Bufo guttatus* Laurentius, 1768". The examination of the holotype of *Bufo crucifer* var. *pfrimeri* Miranda-Ribeiro, 1926 (MNRJ 0375) revealed that it is actually a characteristic specimen of *Bufo guttatus* Schneider, 1799. Consequently, *Bufo crucifer* var. *pfrimeri* Miranda-Ribeiro, 1926 is here transfered to the synonymy of *Bufo guttatus* Schneider, 1799.



Bufo crucifer Wied-Neuwied, 1821 (MNRJ 21919, adult ♂): fig.2- dorsal view of head; fig.3- lateral view of head; fig.4- hand; fig.5- foot.

Bufo ornatus Spix, 1824, revalidated
(Figs.7-11)

Bufo ornatus SPIX, 1824 (type-locality, "Provincia Rio de Janeiro", Brasil).
Bufo dorsalis SPIX, 1824 (type-locality, "Provincia Rio de Janeiro", Brasil).
Bufo scaber – SPIX, 1824 (type-locality, "Provincia Rio de Janeiro", Brasil).
Bufo spixii FITZINGER, 1826 (new name for *Bufo scaber* "*sensu*" Spix, 1824).
Bufo gracilis GIRARD, 1853 (type-locality, "Rio de Janeiro, Brazil").
Phrynoidis ornatus – COPE, 1862.
Rhaebo gracilis – COPE, 1862.
Bufo lentiginosus dorsalis – GARMAN, 1884.
Bufo crucifer var. *roseana* MIRANDA-RIBEIRO, 1926 (type-locality, Rio d'Ouro, Municipality of Nova Iguaçú, Rio de Janeiro, Brazil; BOKERMANN, 1966).
Bufo crucifer inornatus A.LUTZ, 1934 (type-locality, Rio de Janeiro, Brazil).
Bufo crucifer mayi MIRANDA-RIBEIRO, 1937 (type-locality, Gávea, Rio de Janeiro, Brazil).

Types – SPIX (1824) referred two examined specimens, but HOOGMOED & GRUBER (1983) considered three specimens as original syntypes of *B. ornatus*, two currently being in the Zoologische Staatssammlung München (ZSMH 2691/0) and one in the Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden (RMNH 2157). HOOGMOED & GRUBER (1983) designated ZSMH 2691/0 A as lectotype of *B. ornatus*, and the specimens ZSMH 2691 B and RMNH 2157 as paralectotypes. The type-locality is the Municipality of Rio de Janeiro (22°54'S, 43°12'W), State of Rio de Janeiro, Brazil.

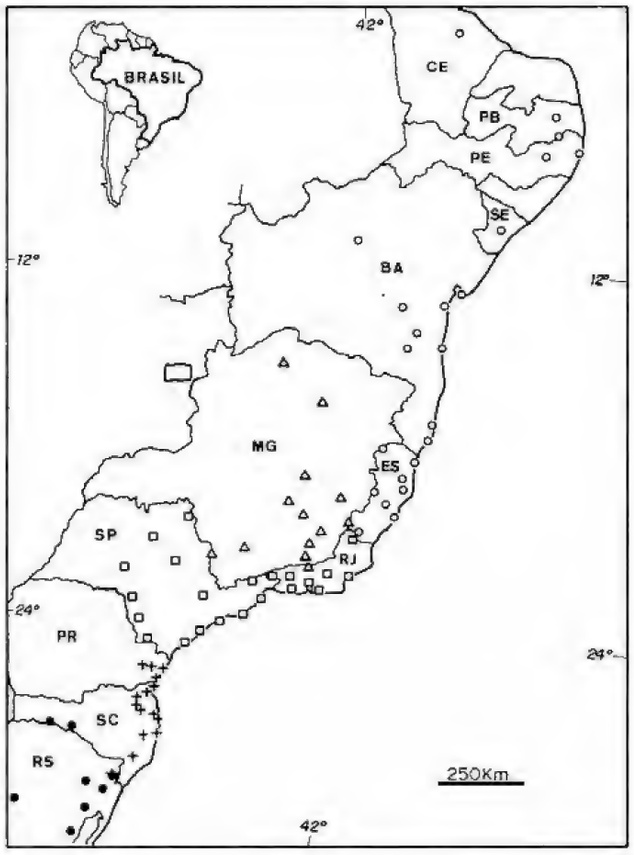


Fig.6- Geographic distribution of the species of the *Bufo crucifer* group. Not all samples examined are represented in the map. The map shows the outermost points of distribution for each species. (○) *B. crucifer*; (△) *B. pombali* sp.nov.; (□) *B. ornatus*; (✚) *B. abei* sp.nov.; (●) *B. henseli*.

Diagnosis – (1) A medium sized species for the group (SVL 54.5-74.9mm in males; 69.8-88.1mm in females); (2) head wider than long, with clear subdivision between head and body in dorsal view; (3) snout sub-elliptical to rounded in dorsal view; (4) moderate cranial crests; (5) parotoid glands not overhanging the lateral edges of body dorsally; (6) first tubercle of the lateral row always connected to the parotoid gland; (7) absence of yellow marks near the cloaca and on posterior surface of thighs; (8) marks or transverse bands of dark pigmentation on the limbs, mainly on the forelimbs; vertebral line always present; (9) row of small tubercles on ventral surface of tarsus, never forming a fringe.

Comparison with other species – *Bufo ornatus* differs from *B. henseli* by its larger size (average SVL in *B. ornatus* 63.6mm; of *B. henseli* 58.3mm) and more robust build; yellow marks near the cloaca and on posterior surface of thighs absent (present in *B. henseli*); parotoid glands usually elliptical and enlarged in its anterior portion (narrow and long in *B. henseli*); moderate cranial crests and presence of a row of tubercles on the ventral surface of tarsus (weak cranial crests and minuscule tubercles on the ventral surface of tarsus in *B. henseli*, sometimes forming a line of tubercles). Differs from *B. abei* sp.nov. by presenting general darker color when preserved; sub-ocular band usually hazy (usually conspicuous and lighter in *B. abei* sp.nov.); clear subdivision between head and body in dorsal view, the head wider than of *B. abei* sp.nov.; thicker fingers and toes; shorter forearms with larger diameter than arms (equivalent diameters in *B. abei* sp.nov.). Differs from *B. pombali* sp.nov. by the smaller size (average SVL in *B. pombali* sp.nov. 73.3mm) and less robust build; snout sub-elliptical to rounded in dorsal view (rounded in *B. pombali* sp.nov.); yellow marks near the cloaca and on posterior surface of thighs absent (present in *B. pombali* sp.nov.); a row of small tubercles on the ventral surface of tarsus (a fringe in *B. pombali* sp.nov.). For comparisons with *B. crucifer*, see the previous account.

Description – Descriptive statistics in table 2. A medium sized species for the group (SVL 54.5-74.9mm in males; 69.8-88.1mm in females); body robust; clear subdivision between head and body in dorsal view (SVL/HW=2.79); head wider than long (HW/HL=1.09); parotoid glands generally oval, not subdivided, wider on anterior portion, not exceeding the lateral edges of body dorsally; first tubercle of the lateral row always connected to the parotoid gland; snout sub-elliptical to rounded in dorsal view, sub-acute in lateral view; moderate cranial crests; roof of head depressed, forming a concavity with the orbital ridges; moderate pre-orbital ridges; eyes protuberant; width of upper eyelid about 65% of interorbital distance; nostrils protuberant; area between nostrils flat, bordered by the canthal crests; canthus rostralis straight; loreal region concave; choanae circular, large; tongue oval, long, free, wider in posterior portion; tongue length twice the width; vocal sac single, subgular, moderately developed; a row of keratinized tubercles starting at the corner of mouth and

finishing close to the arm insertion; eye-nostril distance about 73% of eye diameter; inter-nostril distance similar to tympanum diameter; tympanum distinct, medium sized (TD/ED=0.61), generally elliptical when associated with the supratympanic ridge, circular when free. Forelimbs long, forearms more robust than upper arms; hands large; fingers long, slightly fringed; webbing absent; relative lengths of fingers II≈IV<I<III; inner metacarpal tubercle elliptical, slightly elevated, generally keratinized; external metacarpal tubercle flat, triangular, circular or elliptical; subarticular tubercles rounded, conspicuous, elevated. Tibia length greater than thigh length; sum of tibia and thigh lengths about 86% of SVL; toes long; relative lengths of toes I<II<V<III<IV; short interdigital membrane; plantar webbing formula I1-2II1$^{1/2}$-3III2$^{1/2}$-4IV4-2V; inner metatarsal tubercle elevated, elliptical; external metatarsal tubercle rounded; subarticular tubercles small, elevated; a row of small tubercles along the ventral surface of tarsus, starting close to the inner metatarsal tubercle and finishing before the tibia-heel articulation, never forming a fringe.

Color – In life, dorsal color uniform, varying from ochre, olive to dark brown; a very thin or thick light vertebral line always present, starting at the rostral area and finishing at the urostile; when thick, it is bordered by approximately symmetrical dark marks from a dark brown to sepia or black; ventral area with variable color, from ochre, cream to sprinkles of gray marks, which become fainter in direction of thighs. In preserved specimens, sub-ocular band, generally light colored, can be hazy, sometimes forming a triangle; dorsal color uniformly dark olive or dark beige; markings and vertebral line become faint; in some males, the subgular vocal sac can be of darker gray color than the rest of the abdomen.

Geographic distribution – Distributed throughout the Atlantic Rain Forest, from southern State of Espírito Santo, through the states of Rio de Janeiro and São Paulo to northern State of Paraná, Brazil (Fig.6), and possibly in northeastern Argentina, in the provinces Misiones and Corrientes.

Remarks – *Bufo spixii* Fitzinger, 1826 was referred in the synonymy of *Bufo margaritifer* (Laurenti, 1768) by FROST (2002). However, as a substitute name for *Bufo scaber* in the sense referred by SPIX (1824), the name *B. spixii* proposed by FITZINGER (1826) (type-locality, "Provincia Rio de Janeiro") must be in the synonymy of *B. ornatus* (see HOOGMOED & GRUBER, 1983). The occurrence of a species identified as *B. crucifer* in the Province Misiones, Argentina, was referred by CEI (1980) and STRANECK, OLMEDO & CARRIZO (1993). Three specimens from northeastern Argentina (Province Corrientes) were analyzed in this study and identified as *B. ornatus*. However, additional samples of these apparently disjunct populations are necessary for a more conclusive identification.

Table 2. Descriptive statistics of measurements of males of *Bufo ornatus*.

CHARACTERS	AVERAGE	MINIMUM	MAXIMUM	SD
SVL	63.57	54.5	74.9	4.35
HL	20.96	16.0	25.9	2.06
HW	22.79	19.3	27.6	1.76
ICD	4.98	3.9	6.4	0.57
IND	3.44	2.5	4.7	0.57
END	4.72	3.6	6.3	0.53
ED	6.42	5.2	7.7	0.58
UEW	5.18	4.4	6.0	0.34
IOD	7.94	5.5	10.2	0.95
EMD	2.85	2.1	5.4	0.55
CRL	4.52	3.2	5.9	0.59
STR	3.19	1.9	4.6	0.59
ETD	1.95	1.0	3.5	0.54
TD	3.89	2.9	4.9	0.43
TH	4.63	3.3	5.6	0.49
IPD	12.53	10.1	16.2	1.24
FAR	14.83	12.0	18.1	1.22
UAR	21.30	16.7	28.3	2.24
ICTW	2.99	2.1	3.7	0.36
ICTL	2.29	1.5	3.4	0.35
HAL	6.08	4.8	7.6	0.60
AGD	23.38	16.7	31.7	3.13
THL	26.92	21.3	32.7	2.18
TBL	29.21	23.1	34.3	2.01
TAL	17.18	13.8	21.0	1.31

N=82, (SD) standard deviation.

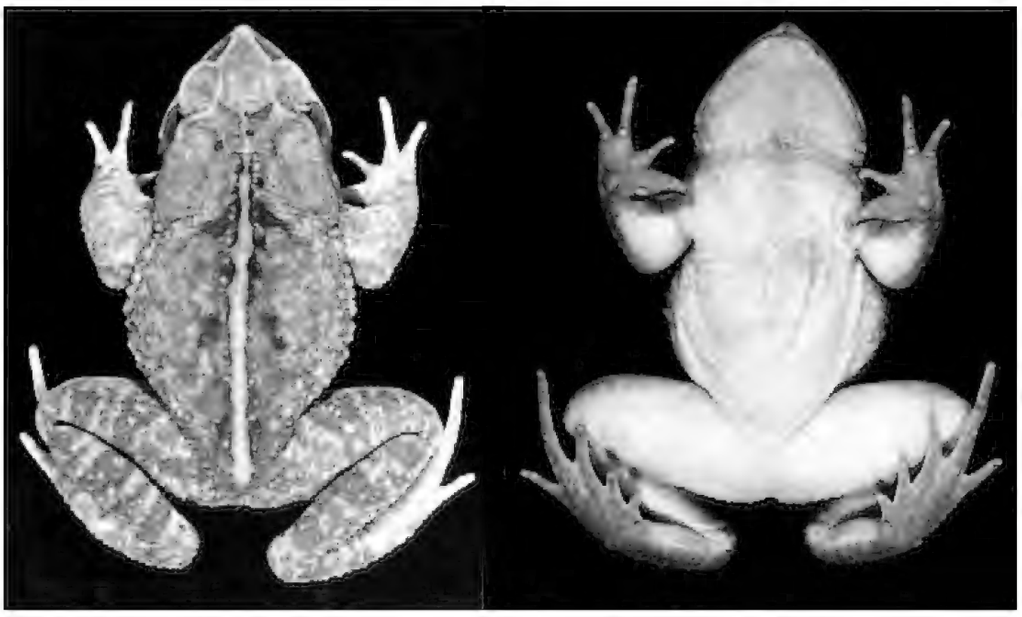
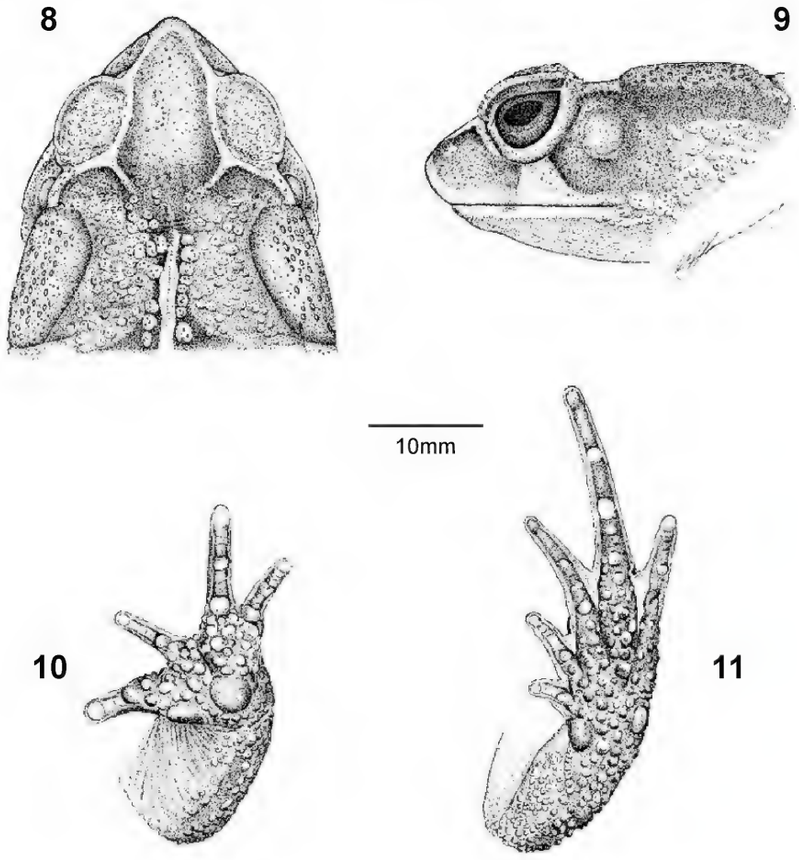


Fig.7- *Bufo ornatus* Spix, 1824 (JJ 6377, adult ♂), dorsal and ventral views.



Bufo ornatus Spix, 1824 (JJ 6377, adult ♂): fig.8- dorsal view of head; fig.9- lateral view of head; fig.10- hand; fig.11- foot.

Bufo henseli A.Lutz, 1934, revalidated
(Figs.12-16)

Bufo crucifer var. *henseli* A.LUTZ, 1934.

Types – Holotype originally in the AL-MN collection, currently missing. The type-locality is the Municipality of São Bento do Sul (28°42'S, 49°30'W), State of Santa Catarina, Brazil.

Diagnosis – (1) The smallest species of the group (SVL 51.6-63.9mm in males; 64.4-78.9mm in females); (2) head approximately as long as wide, without clear subdivision between head and body in dorsal view; (3) snout sub-elliptical in dorsal view; (4) cranial crests poorly developed, sometimes some of them absent; (5) parotoid glands long, narrow, never overhanging the lateral edges of body dorsally; (6) first tubercle of the lateral row never fused to parotoid gland; (7) in life, conspicuous yellow marks near the cloaca and on posterior surface of thighs; (8) dorsal color pattern generally very adorned with markings on head, body, and limbs, resembling lichens; color varying from olive, dark brown to gray; vertebral line always present, beginning at rostral region and finishing at the urostile, generally delimited by black marks; (9) a row of minuscule tubercles on ventral surface of tarsus.

Comparison with other species – *Bufo henseli* differs from *B. abei* sp.nov. by the smaller size (average SVL of *B. henseli* 58.3mm; of *B. abei* sp.nov. 65.6mm) and by the long and narrow parotoid glands (generally triangular in *B. abei* sp.nov.); in life, by the yellow marks near the cloaca and on posterior surface of thighs (absent in *B. abei* sp.nov.). Differs from *B. pombali* sp.nov. by the smaller size (average SVL of *B. pombali* sp.nov. 73.3mm), snout sub-elliptical in dorsal view (rounded in *B. pombali* sp.nov.), and by the presence of a row of minuscule tubercles on ventral surface of tarsus, generally almost imperceptible (a tarsal fringe in *B. pombali* sp.nov.). For comparisons with *B. crucifer* and *B. ornatus*, see previous accounts.

Description – Descriptive statistics in table 3. A small sized species for the group (SVL 51.6-63.9mm in males; 64.4-78.9mm in females); robust build; no clear subdivision between head and body in dorsal view (SVL/HW=2.97); head approximately as long as wide (HW/HL=1.02); narrow and long parotoid glands, never subdivided, never overhanging the lateral edges of body dorsally; first tubercle of the lateral row never connected to parotoid gland; snout generally sub-elliptical in dorsal view, rounded in lateral view; cranial crests usually inconspicuous, with total absence of some of them in some specimens; weak orbital ridge; roof of head slightly concave; eyes slightly protruding; sub-ocular band conspicuous, contrasting, triangular, usually sharply delimited; width of upper eyelid about 63% of interorbital distance; nostrils protruding; inter-nostril region straight, bordered by the canthal ridges; canthus rostralis straight; loreal region slightly concave; choanae large, rounded; tongue narrow, long, free, wider in the posterior portion; tongue length three times its width; vocal sac single, subgular, moderately developed; a row of small tubercles not always present or easily noticeable starting at the corner of mouth and finishing close to the arm insertion; eye-nostril distance about 77% of eye diameter; inter-nostril distance smaller than tympanum diameter; tympanum distinct, medium sized (TD/ED=0.60), generally rounded and not connected to the supra-tympanic ridge; a integumentary fold can cover the posterior region of the tympanum in the largest specimens. Forelimbs short, slightly hypertrophied; diameter of forearms comparable to that of upper arms; hands large; fingers long, robust, slightly fringed; webbing absent; relative lengths of fingers II≈IV<I<III; inner metacarpal tubercle generally flat, keratinized; external metacarpal tubercle flat, triangular to rounded; subarticular tubercles conspicuous, elevated. Tibia length slightly greater than thigh length; sum of tibia and thigh lengths about 89% of SVL; foot with toes long, robust, relative lengths of toes I<II<V<III<IV; plantar webbing formula I1-2II1-3III2-4IV4-2V; inner metatarsal tubercle elevated, elliptical; external metatarsal tubercle elliptical to elongate; subarticular tubercles small, elevated; a row of minuscule keratinized tubercles on ventral surface of tarsus, generally starting close to inner metatarsal tubercle and finishing before the tibia-heel articulation.

Color – In life, dorsal color varying from olive, dark brown to gray; specimens generally very adorned on head, dorsal region, and limbs, presenting marks resembling lichens; in some populations a more uniform brownish dorsal pattern occurs with few marks, generally limited to the area of head; ochre vertebral line always present, starting at rostral region and finishing at the urostile; when thicker, the vertebral line

is delimited by black markings; ventral area generally pale cream with scattered gray dots; some specimens have stripes with a marbled pattern of gray dots and pale yellow in the groin area; conspicuous yellow marks near the cloaca and on posterior surface of thighs. In preservative, dorsal area with the same pattern described for preserved specimens, but faint; venter and marks near the cloaca and on posterior surface of thighs, whitish.

Geographic distribution – Distributed throughout the Atlantic Rain Forest from southern State of Santa Catarina to the coast of the State of Rio Grande do Sul (including the plateau and interior), Brazil (Fig.6). The distribution of this species is apparently limited to the north by the western side of the Serra Geral mountains.

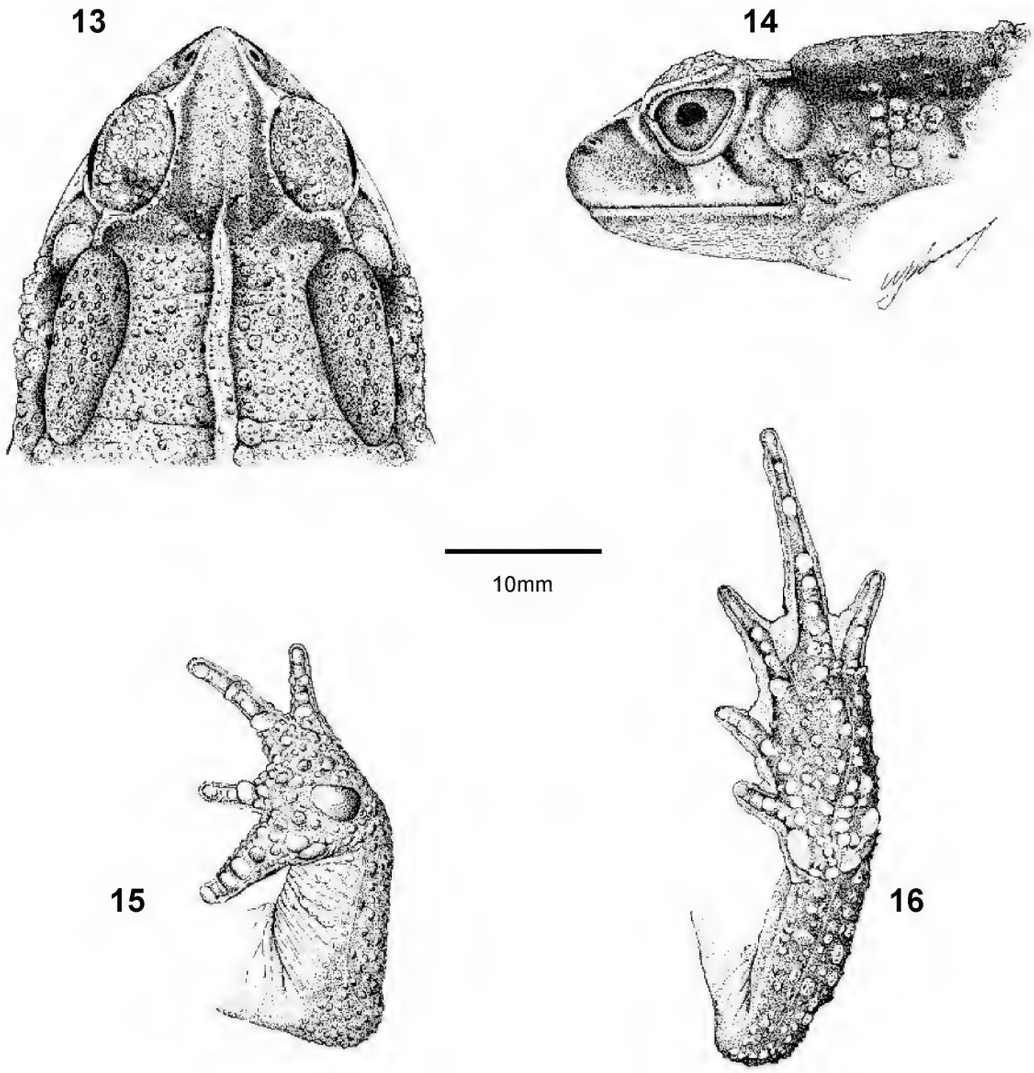
Remarks – According to BOKERMANN (1966), the type-locality mentioned in A.LUTZ (1934) for *B. henseli* is currently São Bento do Sul, in the State of Santa Catarina, Brazil. In the description of the holotype from São Bento do Sul, A.LUTZ (1934) compared it to a specimen from Gramado, State of Rio Grande do Sul, Brazil, and indicated that both specimens would belong to the same subspecies, *B. crucifer henseli*. He also called attention to the shape of the parotoid glands and to the conspicuous yellow markings on the posterior surface of thighs. Morphologically, *B. henseli* is the most distinctive species of the *B. crucifer* group.

Table 3. Descriptive statistics of measurements of males of *Bufo henseli*.

CHARACTERS	AVERAGE	MINIMUM	MAXIMUM	SD
SVL	58.27	51.6	63.9	3.72
HL	19.30	17.1	21.5	1.19
HW	19.87	17.8	21.9	1.23
ICD	4.49	4.0	5.2	0.37
IND	2.77	1.9	3.5	0.43
END	4.37	3.8	5.0	0.40
ED	5.69	5.0	6.6	0.45
UEW	4.57	4.1	5.1	0.36
IOD	7.08	6.1	8.2	0.63
EMD	2.37	1.9	3.1	0.36
CRL	3.79	2.9	5.1	0.58
STR	2.12	1.2	2.9	0.58
ETD	1.43	1.0	2.1	0.34
TD	3.43	2.6	4.1	0.42
TH	4.24	3.5	4.8	0.45
IPD	10.59	9.6	11.8	0.66
FAR	13.31	11.3	14.6	1.16
UAR	19.58	15.8	23.8	2.22
ICTW	2.56	2.1	3.3	0.32
ICTL	2.34	1.1	3.1	0.59
HAL	5.51	4.8	6.1	0.41
AGD	19.83	16.1	23.4	2.15
THL	24.81	22.1	27.6	1.88
TBL	26.69	23.7	29.7	1.85
TAL	15.78	14.0	18.4	1.34

(N=13; SD=standard deviation)

Fig.12- *Bufo henseli* A.Lutz, 1934 (MCN 9996, adult ♂), dorsal and ventral views.



Bufo henseli A.Lutz, 1934 (MCN 9996, adult ♂): fig.13- dorsal view of head; fig.14- lateral view of head; fig.15- hand; fig.16- foot.

Bufo abei sp.nov.
(Figs.17-21)

Holotype – BRAZIL, SANTA CATARINA, Córrego Grande, Municipality of Florianópolis (25°28'S, 48°50'W, sea level), MNRJ 24963, adult male, P.C.A.Garcia col., 23/IV/1990.

Paratypes – Three males and one female collected with the holotype: MNRJ 24964-24967.

Diagnosis – (1) A medium sized species for the group (SVL 57.0-76.4mm in males; 60.4-83.9mm in females); (2) head slightly wider than long, no clear subdivision between head and body in dorsal view; (3) snout sub-elliptical in dorsal view; (4) low cranial crests; (5) small triangular parotoid glands, never exceeding the lateral edges of body dorsally; (6) first tubercle of lateral row always connected to the parotoid gland; (7) in life, absence of yellow marks near the cloaca and on posterior surface of thighs; (8) triangular sub-ocular band conspicuous, contrasting, well delimited; (9) a row of small tubercles on the ventral surface of tarsus, never forming a fringe.

Comparison with other species – *Bufo abei* sp.nov. differs from *B. pombali* sp.nov. by the smaller size (average SVL of *B. abei* sp.nov. 65.6mm; of *B. pombali*

sp.nov. 73.3mm), less robust build, absence of a clear subdivision between head and body in dorsal view, snout sub-elliptical in dorsal view (rounded in *B. pombali* sp.nov.), presence of triangular parotoid glands, not exceeding the lateral edges of body dorsally (sub-elliptical and enlarged on anterior region, exceeding the lateral edges of the body in *B. pombali* sp.nov.); in life, *B. abei* sp.nov. does not have yellow marks near the cloaca and on posterior surface of thighs (always present in *B. pombali* sp.nov.); *B. abei* sp.nov. has a line of small tubercles on the ventral surface of tarsus (tubercles forming a conspicuous fringe in *B. pombali* sp.nov.). For comparisons with *B. crucifer*, *B. ornatus*, and *B. henseli*, see previous accounts.

Description – Measurements of the holotype and paratypes in table 4; descriptive statistics in table 5. A medium sized species for the group (SVL 57.0-76.4mm in males; 60.4-83.9mm in females); robust build; no clear subdivision between head and body in dorsal view (SVL/HW=2.84); head slightly wider than long (HW/HL=1.04); small parotoid glands, usually not subdivided, triangular, enlarged on anterior portion, sometimes elliptical, never exceeding the lateral edges of body dorsally; first tubercle of lateral row always connected to parotoid gland; snout sub-elliptical in dorsal view, sub-acute in lateral view; low cranial crests, with pre-ocular sometimes absent; moderate orbital ridge; roof of head concave; eyes protruding; width of upper eyelid about 60% of interorbital distance; nostrils prominent; inter-nostril region straight, bordered by canthal ridges; canthus rostralis straight;

Table 4. Measurements (in mm) of the holotype (H) and paratypes (P) of *B. abei* sp.nov.

CHARACTERS	MNRJ 4963 (H ♂)	MNRJ 24964 (P ♂)	MNRJ 24965 (P ♂)	MNRJ 24966 (P ♂)	MNRJ 24967 (P ♀)
SVL	61.3	71.6	62.1	70.4	81.9
HL	21.7	24.1	21.2	23.7	27.1
HW	22.2	25.1	22.2	25.4	29.1
ICD	4.8	5.2	5.2	5.3	5.6
IND	3.4	3.6	3.4	4.0	4.6
END	5.2	5.6	4.4	5.8	6.3
ED	6.4	7.6	6.5	8.1	7.9
UEW	5.0	5.9	5.3	6.2	5.7
IOD	8.9	9.5	8.5	9.2	10.8
EMD	2.8	2.4	2.7	2.9	3.2
CRL	4.6	5.2	4.4	5.6	5.3
STR	2.8	3.3	3.4	3.6	4.1
ETD	1.4	1.5	1.2	1.3	1.6
TD	3.8	4.4	4.2	4.7	4.7
TH	4.6	4.9	4.4	4.9	6.2
IPD	12.5	15.0	12.5	13.7	15.3
FAR	14.6	16.1	15.4	16.8	16.6
UAR	23.8	25.4	23.1	25.9	26.4
ICTW	2.9	3.4	2.6	4.4	2.6
ICTL	2.4	2.8	2.5	3.2	3.0
HAL	6.0	7.7	6.1	7.6	7.6
AGD	23.1	27.7	21.0	23.4	35.6
THL	25.2	29.7	26.4	29.7	29.7
TBL	27.8	30.4	28.9	30.8	33.0
TAL	16.8	18.5	16.9	17.1	19.0

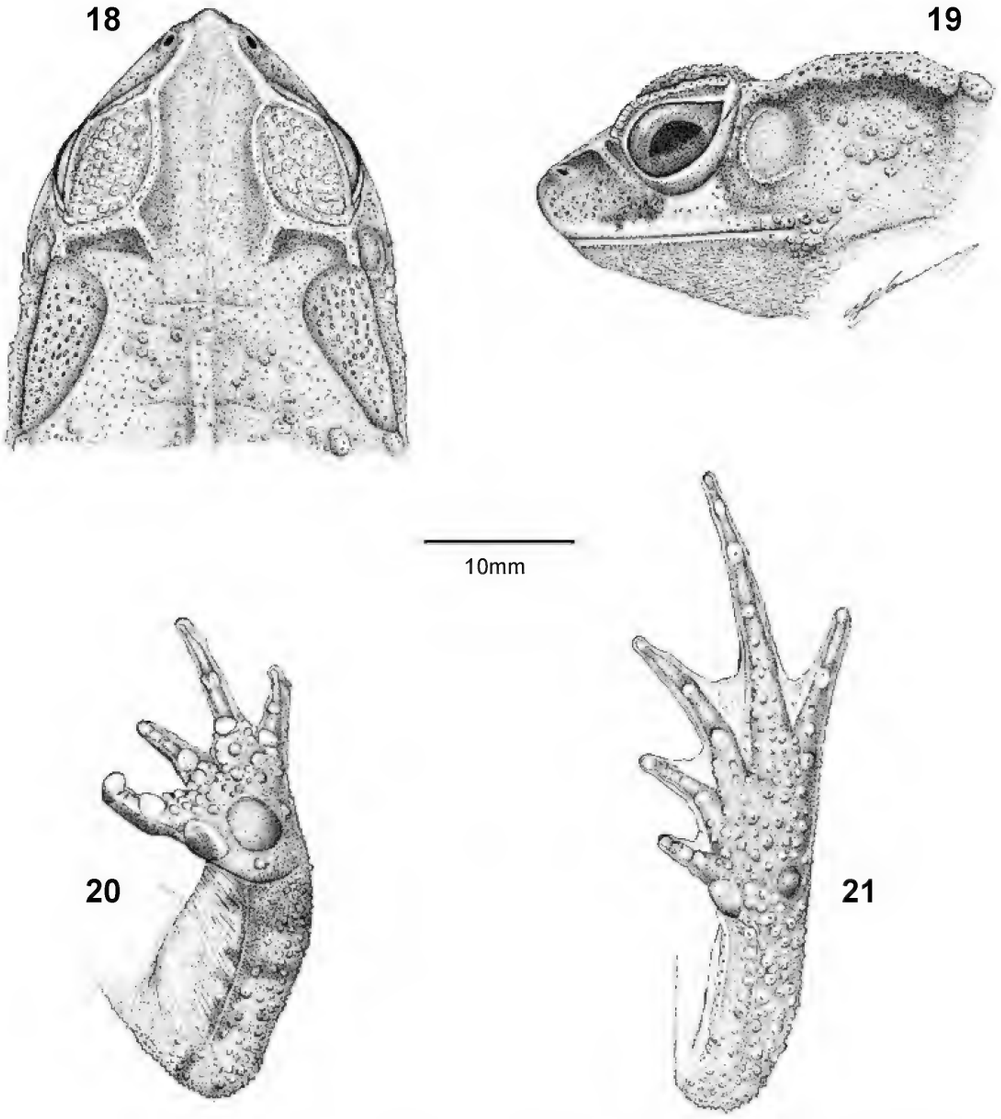
loreal region moderately concave; choanae large, rounded to elliptical; tongue oval, long, free, wider on posterior portion; tongue length about twice its width; vocal sac single, subgular, moderately developed; a line of small keratinized tubercles starting at the corner of mouth and finishing near the arm insertion; eye-nostril distance about 74% of eye diameter; inter-nostril distance smaller than tympanum diameter; tympanum distinct, large (TD/ED=0.62), generally rounded when free, elliptical when associated to the supra-tympanic ridge. Forelimbs long, diameter of forearm generally comparable to upper arm; hands medium sized; fingers long, slender, slightly fringed; webbing absent; relative lengths of fingers II<IV<I<III; inner metacarpal tubercle slightly protuberant, generally keratinized; external metacarpal tubercle flat, triangular to elliptical; subarticular tubercles conspicuous, protuberant, rounded. Tibia length slightly larger than thigh length; sum of tibia and thigh lengths about 86% of SVL; foot with toes long, slender; relative lengths of toes I<II<V<III<IV; plantar webbing formula I2-3II2-3III2-3$^{1/2}$IV3$^{1/2}$-2V; inner metatarsal tubercle elevated, elliptical; external metatarsal tubercle small, rounded; subarticular tubercles small, elevated; a line of small tubercles on ventral surface of tarsus, never forming a fringe.

Color – In life, a conspicuous cream triangular sub-ocular band; dorsal color varying from ochre, olive, dark brown to brick red, the latter giving a velvety aspect to the specimen; ochre vertebral line always present, starting at the rostral region and finishing at urostile; when thicker, vertebral line delimited by black markings; dark transverse stripes on limbs generally well defined; ventral area with variable color, from ochre to gray scattered dots, which decreases in intensity in direction of thighs; subgular region darker in males. In preserved specimens, dorsal and ventral color follow the same pattern for live specimens, but the color may fade due to action of the preservative.

Geographic distribution – Distributed throughout the Atlantic Rain Forest from the State of Paraná to southern State of Santa Catarina and areas of the northern State of Rio Grande do Sul (Fig.6), limited by the hills of Serra do Mar to the north and Serra Geral to the west.

Etymology – The specific name honors our friend Dr. Augusto Shinia Abe (Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, SP, Brazil) for his contributions to the knowledge of the physiology of Neotropical amphibians and reptiles.

Fig.17- *Bufo abei* sp.nov., holotype (MNRJ 24963, adult ♂), dorsal and ventral views.



Bufo abei sp.nov., holotype (MNRJ 24963, adult ♂): fig.18- dorsal view of head; fig.19- lateral view of head; fig.20- hand; fig.21- foot.

Bufo pombali sp.nov.
(Figs.22-26)

Holotype – BRAZIL, MINAS GERAIS, Reserva Biológica de Peti, Municipality of São Gonçalo do Rio Abaixo (19°49'S, 43°21'W, altitude 650m), MNRJ 22311, adult male, G.Kisteumacher col., 13-14/VI/1986.

Paratypes – Eight males and five females collected at the type-locality: MNRJ 22291-22294, MNRJ 22298-22300, MNRJ 22310, MNRJ 22219, MNRJ 22297, MNRJ 23694-23696.

Diagnosis – (1) A large sized species for the group (SVL 54.5-92.7mm in males; 74.9-118.7mm in females); (2) head wider than long, with clear subdivision between head and body in dorsal view; (3) snout rounded in dorsal view; (4) conspicuous cranial crests; (5) parotoid glands usually ovoid, not subdivided, enlarged on anterior portion, overhanging the lateral edges of body laterally; (6) first tubercle of lateral row always connected to the parotoid gland; (7) dark gray stripes on limbs, varying from complete to a faint pattern; (8) in life, yellow marks near cloaca and on posterior surface of thighs; (9) a row of tubercles on ventral surface of tarsus, which becomes a fringe in large specimens.

Comparison with other species – For comparisons with *B. crucifer*, *B. ornatus*, *B. henseli*, and *B. abei* sp.nov., see previous accounts.

Description – Measurements of the holotype and paratypes in table 6; descriptive statistics in table 7. A large sized species for the group (SVL 54.5-92.7mm in males; 74.90-118.7mm in females); robust build; clear subdivision between head and body in dorsal view (SVL/HW=2.74); head wider than long (HW/HL=1.12); parotoid glands usually ovoid, not subdivided, enlarged on anterior portion, overhanging the lateral edges of body laterally; first tubercle of lateral row always connected to the parotoid gland; snout rounded in dorsal and in lateral views; conspicuous cranial crests; roof of head depressed, forming a concavity between crests; pre-orbital crests always present, well defined; eyes protruding; width of upper eyelid about 60% of interorbital distance; nostrils prominent; inter-nostril region straight, delimited by the canthal ridges; canthus rostralis straight; loreal region concave; choanae large, rounded; tongue oval, long, free, wider in posterior portion; tongue length about twice the width; vocal sac single, subgular, moderately developed; a row of small keratinized tubercles starting at the corner of mouth and finishing near the insertion of arm; eye-nostril distance about 73% of eye diameter; inter-nostril distance equivalent to tympanum diameter; tympanum distinct, small (TD/ED=0.56), rounded when free, elliptical when associated to supratympanic ridge or to a skin fold on posterior border. Forelimbs long, diameter of forearm larger than upper arm; hands large; fingers medium-sized, slightly fringed; webbing absent; relative lengths of fingers II<IV<I<III; inner metacarpal tubercle rounded, slightly protuberant, generally keratinized; external metacarpal tubercle flat, varying from circular to elliptical or triangular; subarticular tubercles conspicuous, elliptical, elevated. Tibia length larger than thigh length; sum of tibia and thigh lengths about 86% of SVL; foot with toes long, slender; relative lengths of toes I<II<V<III<IV; plantar webbing formula I1-2II1-3III2-4IV4-$2^{1/3}$V; inner metatarsal tubercle elliptical, elevated; external metatarsal tubercle rounded; subarticular tubercles small, elevated; a fringe along the ventral surface of tarsus, beginning close to the inner metatarsal tubercle and finishing before the tibia-heel articulation.

Color – In preserved specimens, dorsal color generally uniform, varying from cream, greenish-yellow, olive to sepia; light vertebral line usually narrow; when the vertebral line is thick, it is bordered by approximately symmetrical dark brown to sepia or black marks; ventral area with variable color, from ochre, cream to sprinkled gray mottling, which become faint in direction of thighs; yellow marks always present near cloaca and on posterior surface of thighs; subgular region darker in males. Color in life unknown.

Geographic distribution – Distributed throughout the Atlantic Rain Forest and in its transitional areas with the Cerrado, in the State of Minas Gerais, Brazil (Fig.6).

Etymology – The specific name honors our friend Dr. José P. Pombal Jr. (MNRJ) for his extensive contribution to the knowledge of the biology and taxonomy of Brazilian amphibians.

Table 5. Descriptive statistics of measurements of males of *Bufo abei* sp.nov.

CHARACTERS	AVERAGE	MINIMUM	MAXIMUM	SD
SVL	65.70	57.0	76.4	5.17
HL	22.29	15.1	26.0	2.28
HW	23.20	19.9	27.7	2.07
ICD	5.21	4.3	7.0	0.57
IND	3.37	2.3	4.8	0.69
END	5.00	4.1	7.0	0.63
ED	6.73	5.4	8.1	0.69
UEW	5.12	4.0	6.2	0.52
IOD	8.40	6.8	10.1	0.82
EMD	2.78	2.0	4.1	0.49
CRL	4.99	4.0	6.2	0.56
STR	3.35	2.2	4.3	0.56
ETD	1.76	1.2	3.0	0.49
TD	4.14	3.2	5.4	0.56
TH	4.78	3.5	6.3	0.65
IPD	12.56	10.3	15.2	1.29
FAR	15.48	12.8	18.3	1.50
UAR	22.47	16.9	27.2	2.25
ICTW	3.01	2.0	4.4	0.59
ICTL	2.43	1.8	3.5	0.46
HAL	5.97	4.3	7.7	0.97
AGD	23.53	18.3	29.6	2.87
THL	27.51	23.6	30.7	2.16
TBL	30.22	25.8	33.4	2.19
TAL	17.61	13.9	20.4	1.52

N=30; (SD) standard deviation.

Remarks – Based on external morphology, A.LUTZ (1934) considered that *B. scaber* could be a transitional form between *B. ornatus* and *B. cinctus* (junior synonym of *B. crucifer*, described from the State of Espírito Santo, Brazil), and mentioned that the specimens from Minas Gerais would be similar to *B. scaber*. *Bufo scaber* was described by SPIX (1824) based on specimens from "Provincia Rio de Janeiro", and therefore *B. scaber "sensu"* Spix, 1824 is a junior synonym of *B. ornatus*. Lutz's statement and the geographic distribution reinforce the idea that *B. pombali* sp.nov. is a species with intermediary characteristics between *B. ornatus* and *B. crucifer*.

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE *BUFO CRUCIFER* SPECIES GROUP

The canonical analysis was used to analyze morphologic variation among the five species herein recognized. Twenty-five significant characters ($P<0.05$) were used. The characters, the resulted coefficients, and loadings are listed in tables 8 and 9. Four significant canonical axes were obtained, representing 100% of the total variation. The individual scores were projected in the reduced space of the first and second axes (Fig.27). The projection of the scores on the other two vectors did not show additional discrimination. Along the first canonical axis, the sample of *B. crucifer* is completely discriminated from the sample of *B. henseli* and *B. abei* sp.nov.; the sample of *B. ornatus* is partially discriminated from *B. crucifer* and *B. henseli*, and the sample of *B. pombali* sp.nov. is also partially discriminated from the sample of *B. crucifer* and *B. henseli*.

Along the second canonical axis, the sample of *B. pombali* sp.nov. is almost completely discriminated from *B. henseli* and partially discriminated from *B. crucifer*. The samples of *B. ornatus* and *B. abei* sp.nov. are not discriminated by the projection of the scores of the canonical variables.

The degree of contribution of each variable in the first canonical axis (decreasing order) is: IPD, HW, IC, IOD, SVL, THL, UEW, HL, FAR, STR, ED, END, HAL, TAL, TD, ETD, CRL, EMD, UAR, TBL, TH, AGD, ICTW, IND, and ICTL; in the second axis: IND, FAR, UAR, SVL, ED, EMD, ICTW, IPD, IC, HW, UEW, IOD, CRL, END, HL, and TH.

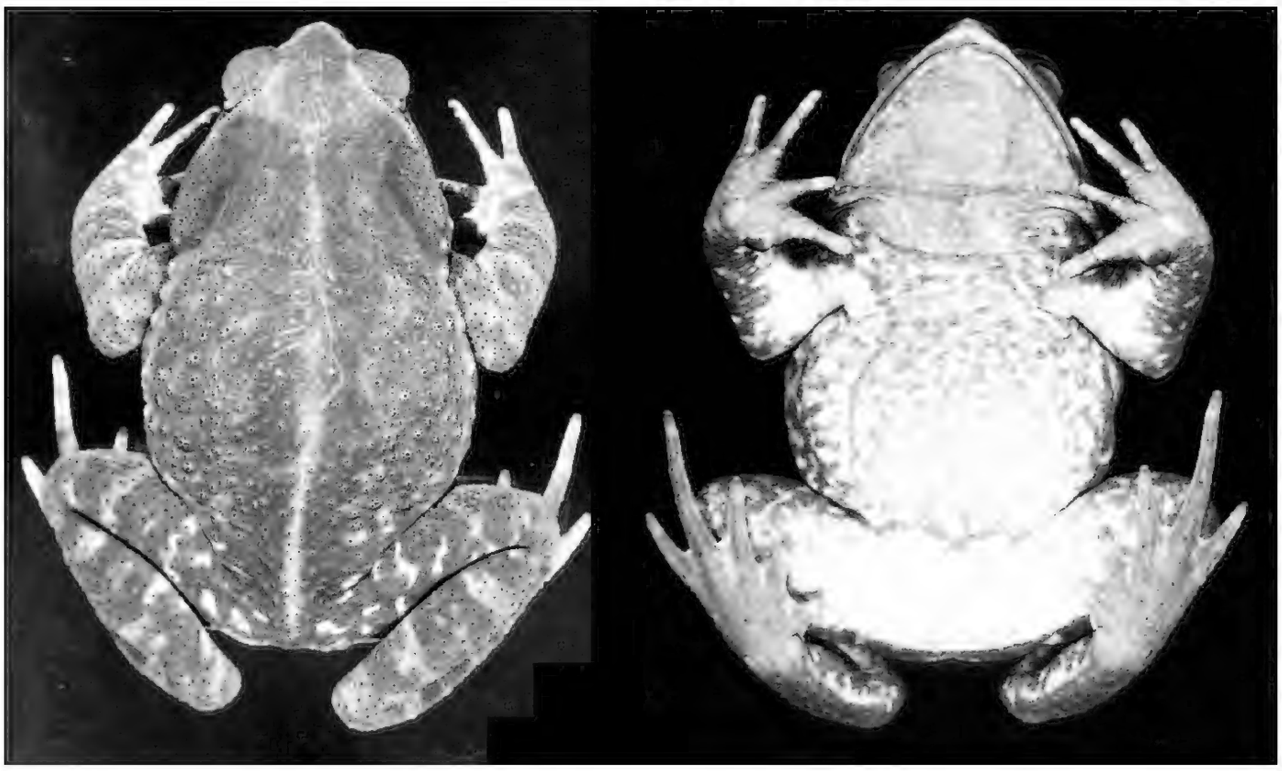


Fig.22- *Bufo pombali* sp.nov., holotype (MNRJ 22311, adult ♂), dorsal and ventral views.

Table 6. Measurements (in mm) of the holotype (H) and paratypes (P) of *B. pombali* sp.nov.

CHARACTERS	MNRJ 22311 (H ♂)	MNRJ 22291 (P ♂)	MNRJ 22292 (P ♂)	MNRJ 22293 (P ♂)	MNRJ 22294 (P ♂)	MNRJ 22298 (P ♂)	MNRJ 22299 (P ♂)
SVL	89.0	83.0	72.3	82.6	78.8	87.6	78.6
HL	28.4	27.6	24.7	27.5	26.2	29.8	27.1
HW	31.6	30.6	27.1	31.2	28.7	34.6	30.2
ICD	6.3	6.1	6.0	6.6	6.2	7.5	7.0
IND	4.7	3.9	3.5	3.6	4.0	5.2	4.7
END	6.2	5.1	5.3	6.5	5.9	7.4	5.7
ED	8.4	8.6	6.7	7.9	6.4	7.8	7.9
UEW	6.6	6.8	5.9	6.5	5.6	6.7	5.6
IOD	12.3	11.5	10.5	11.6	11.2	12.9	13.1
EMD	4.0	3.6	2.9	3.9	3.5	4.7	3.5
CRL	6.4	5.7	5.2	6.6	5.4	7.0	5.6
STR	4.9	3.6	3.5	3.7	3.6	4.2	4.0
ETD	2.4	2.0	2.1	2.1	2.5	2.5	1.9
TD	4.8	4.4	4.0	5.0	4.4	5.6	5.4
TH	6.2	5.3	4.88	6.0	5.5	6.2	5.9
IPD	19.2	19.0	18.1	17.4	18.0	18.0	16.2
FAR	20.4	19.3	18.0	19.2	19.0	21.8	20.7
UAR	30.8	30.0	25.0	28.6	27.6	32.0	27.8
ICTW	3.9	4.4	3.0	3.9	4.0	4.3	3.2
ICTL	3.5	3.5	2.6	3.9	2.8	3.2	2.8
HAL	8.9	7.8	7.2	8.1	7.2	9.4	8.1
AGD	29.6	26.5	25.4	29.4	25.2	32.9	25.4
THL	35.9	33.8	29.5	33.8	29.6	36.5	34.8
TBL	39.1	38.4	33.6	38.0	36.6	41.6	37.7
TAL	20.6	21.6	19.7	22.6	20.0	22.6	22.0
	MNRJ 22300 (P ♂)	MNRJ 22310 (P ♂)	MNRJ 22219 (P ♀)	MNRJ 22297 (P ♀)	MNRJ 23694 (P ♀)	MNRJ 23695 (P ♀)	MNRJ 23696 (P ♀)
SVL	72.6	84.4	92.8	97.4	118.7	109.0	110.9
HL	24.5	29.5	30.4	33.9	41.0	36.2	36.5
HW	25.5	31.4	34.9	36.7	47.1	42.0	42.7
ICD	5.8	6.5	7.4	7.7	8.9	7.6	8.4
IND	4.4	4.8	4.5	6.5	6.5	6.6	6.1
END	4.9	6.5	6.7	6.5	7.3	7.2	7.3
ED	7.2	8.0	7.5	8.3	10.2	9.1	9.8
UEW	5.7	6.1	6.4	7.2	8.5	7.8	8.7
IOD	10.2	11.8	13.4	10.0	16.2	14.1	14.3
EMD	3.4	4.4	4.1	4.1	5.2	4.7	5.0
CRL	5.0	6.0	7.5	7.7	8.0	7.5	7.9
STR	3.1	4.1	5.7	5.3	5.5	4.9	5.2
ETD	1.4	1.8	3.3	2.4	3.1	3.5	3.1
TD	4.8	5.0	4.6	6.1	6.7	4.5	5.6
TH	5.7	6.2	5.6	7.1	8.3	6.5	6.6
IPD	14.0	16.8	18.4	19.0	22.2	21.2	23.8
FAR	18.1	19.3	21.3	24.6	25.7	22.7	23.4
UAR	26.1	28.9	28.6	32.7	38.9	33.1	37.8
ICTW	3.2	3.6	3.0	3.3	3.7	3.2	3.2
ICTL	2.5	3.5	4.7	3.5	5.8	4.4	5.0
HAL	7.3	8.2	8.6	9.5	12.6	10.9	12.2
AGD	24.8	32.3	38.3	39.1	46.7	49.8	52.4
THL	30.3	33.8	34.8	38.7	46.7	40.2	40.2
TBL	33.0	36.9	37.8	43.2	49.0	45.2	45.8
TAL	17.7	21.2	22.1	25.1	27.7	25.8	26.8

Table 7. Descriptive statistics of measurements of males of *Bufo pombali* sp.nov.

CHARACTERS	AVERAGE	MINIMUM	MAXIMUM	SD
SVL	74.02	54.5	92.7	10.03
HL	24.23	16.7	31.1	3.79
HW	27.06	18.6	35.7	4.22
ICD	5.97	4.0	7.9	0.74
IND	4.12	2.9	6.7	0.67
END	5.40	4.0	7.4	0.71
ED	7.35	5.3	9.5	1.02
UEW	5.70	4.1	7.3	0.80
IOD	9.58	5.3	13.1	1.74
EMD	3.39	2.2	4.7	0.56
CRL	5.27	4.0	7.3	0.72
STR	3.51	2.0	4.9	0.67
ETD	2.19	1.1	3.5	0.57
TD	4.16	2.9	5.6	0.57
TH	4.97	3.4	6.2	0.60
IPD	15.42	10.4	21.8	2.87
FAR	17.45	12.9	22.1	2.33
UAR	25.03	16.6	32.0	3.74
ICTW	3.35	2.4	4.9	0.56
ICTL	2.59	1.7	4.1	0.54
HAL	7.04	5.2	9.4	0.98
AGD	27.00	19.0	37.9	4.29
THL	30.21	22.2	39.2	3.68
TBL	33.29	24.0	41.8	4.20
TAL	19.79	14.9	24.5	2.14

N=60, (SD) standard deviation.

ARTIFICIAL KEY TO THE SPECIES OF THE *BUFO CRUCIFER* GROUP

1. In life, presence of conspicuous yellow or bright spots and/or marks near cloaca and on posterior surface of thighs (in preservative, spots and/or marks whitish cream) 2

1'. Absence of such spots/marks 3

2. Parotoid glands elongate with the same width from one end to the other. Occurs in the plateau and interior of the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul, Brazil ..... *Bufo henseli* A.Lutz, 1934

2'. Parotoid glands with other shapes 4

3. In dorsal view, corners of mouth (maxillary bones) prominent; head slightly wider than long. Occurs from southern State of Espírito Santo, through the states of Rio de Janeiro and São Paulo to northern State of Paraná, Brazil ..... *Bufo ornatus* Spix, 1824

3'. In dorsal view, corners of mouth (maxillary bones) not prominent, giving a slender, "torpedo" shape to the toad; head not wider than long. Occurs in the coast of the states of Paraná and Santa Catarina to northern Rio Grande do Sul, Brazil ..... *Bufo abei* sp.nov.

4. Snout short in lateral view; parotoid glands usually oval, overhanging the edges of body in dorsal view; vertebral line always present, sometimes thick and dark edged. Occurs in the plateau of the State of Minas Gerais, Brazil, limited by the Cerrado domain .... *Bufo pombali* sp.nov.

4'. Snout long in lateral view; parotoid glands elliptical to triangular, usually overhanging the edges of body in dorsal view; vertebral line very thin or absent. Occurs on the coast and towards inland, following the limits of the Atlantic Rain Forest, from the State of Ceará to southern State of Espírito Santo and northeastern State of Minas Gerais, Brazil .... *Bufo crucifer* Wied-Neuwied, 1821

DISCUSSION

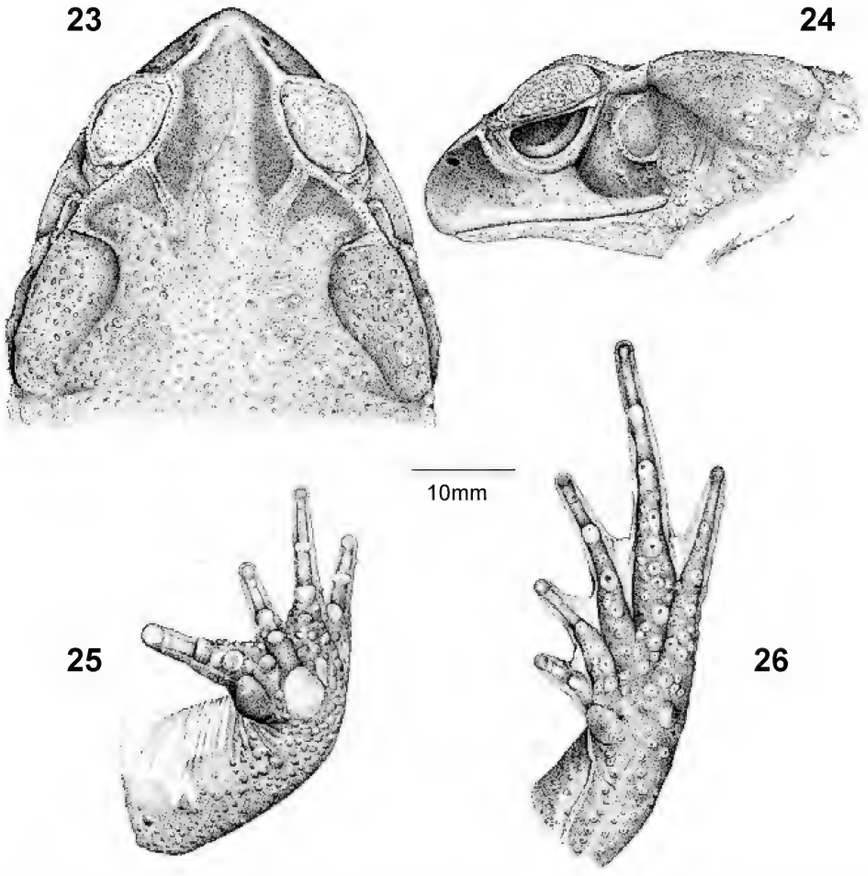
Systematic review – Only one name, *Bufo levicristatus* Boettger, 1885, a species described from Paraguay (BOETTGER, 1885a), remains unsolved. This species was synonymized with *B. crucifer* by BOETTGER (1885b), BOULENGER (1886), and by COCHRAN (1955) (as *B. laevicristatus*), as indicated by FROST (2002). The three syntypes of *B. levicristatus* are missing (Axel Kwet, pers. comm.). Moreover, the description in BOETTGER (1885a) was not sufficient to identify to which morphotype of the *B. crucifer* group the species would correspond to or even if the specimens belong to the *B. crucifer* group. The description gives the impression that the specimens may belong to the *B. granulosus* species group, especially because the author compares *B. levicristatus* with *B. dorbignyi* Duméril & Bibron, 1841, a valid species in that group. On the other hand, the last paragraph of the description mentions the presence of a dorsal line with dark transverse markings, which is a common color pattern of specimens of the *B. crucifer* species group. It is noteworthy that NORMAN (1994) registered only *B. granulosus major* Müller & Hellmich, 1936 and *B. paracnemis* A.Lutz, 1925 (currently *B. schneideri* Werner, 1894) for the Paraguayan Chaco, without mention of any species of the *B. crucifer* group. Moreover, *B. levicristatus* was described from Paraguay, which borders the distribution area of *B. ornatus* and therefore *B. levicristatus* could be a synonym of the latter. However, if the populations occurring in northeastern Argentina deserve a specific name, *B. levicristatus* may be utilized. As the types of *B. levicristatus* are missing, its identification remains unsolved and it is here considered a *species inquirenda* (ICZN, 1999). We propose that the epithet

B. levicristatus should be removed from the synonymy of any species of the *B. crucifer* group because its maintainance would confuse the understanding of the geographic distribution of them.

MÜLLER (1973) subdivided the Atlantic Rain Forest into three morphoclimatic sub-units: the first to the north of Ilhéus, in the State of Bahia; the second from Ilhéus to Cabo Frio, in the State of Rio de Janeiro; and the third from Cabo Frio to the forested areas of the State of Rio Grande do Sul. According to this classification, *B. crucifer* would be distributed in the first and second sub-units, and all the other species in the third, except for *B. pombali* sp.nov., distributed in the domains of the Central Brazilian Plateau, in the transition from the Atlantic Rain Forest to the Cerrado. The subdivision proposed by MÜLLER (1973) does not fully explain the distribution of the species of the *B. crucifer* group.

According to LYNCH (1979), the lowland tropical forests in South America would be constituted by four separated formations, one of which is the Atlantic Rain Forest in Brazil, the main area of distribution of the *B. crucifer* species group. The Atlantic Rain Forest would be subdivided into seven sub-units or morphoclimatic domains. The first would comprise the Atlantic Rain Forest of states of the Brazilian Northeastern Region, except the State of Bahia, that would form the second sub-unit; the third one would comprise the forested areas in the State of Espírito Santo; the fourth sub-unit would include the coastal areas of the states of Rio de Janeiro and São Paulo; the fifth would comprise the plateau and its transitional areas in the states of São Paulo and Minas Gerais; the sixth sub-unit would comprise the coastal areas of the states of Paraná and Santa Catarina, penetrating a small region in northeastern State of Rio Grande do Sul; the seventh and last sub-unit would be the interior of the states of Santa Catarina and Paraná, and coast and interior of the State of Rio Grande do Sul.

LYNCH's (1979) subdivision seems to better explain the distribution observed for the *B. crucifer*



Bufo pombali sp.nov., holotype (MNRJ 22311, adult ♂): fig.23- dorsal view of head; fig.24- lateral view of head; fig.25- hand; fig.26- foot.

Table 8. Standardized coefficients of the canonical analysis of the 25 morphometric characters of the combined samples of the *B. crucifer* species group.

CHARACTERS	VECTOR 1	VECTOR 2	VECTOR 3	VECTOR 4
SVL	-0.592056	0.273832	-0.286969	0.224876
HL	-0.559373	0.139981	-0.264842	0.299011
HW	-0.663437	0.266751	-0.197493	0.195233
IC	-0.616673	0.258012	-0.301936	0.266758
IND	-0.300316	0.362177	0.063294	0.134385
END	-0.486775	0.146210	-0.193917	0.280450
ED	-0.504584	0.240336	-0.131279	0.320084
UEW	-0.555330	0.222356	0.079548	0.115948
IOD	-0.590247	0.183654	-0.210285	0.248509
EMD	-0.432813	0.231066	-0.005956	0.121656
CRL	-0.442166	0.148942	-0.077083	0.480182
STR	-0.505437	0.003349	0.193505	0.423794
ETD	-0.434091	0.013256	-0.042666	-0.029089
TD	-0.454801	-0.073999	0.019507	0.392068
TH	-0.410029	-0.003286	-0.001828	0.299565
IPD	-0.695860	0.270763	-0.209685	0.098802
FAR	-0.560171	0.341887	-0.199770	0.340841
UAR	-0.439892	0.281102	-0.145970	0.273143
ICTW	-0.359371	0.217068	0.016269	0.122003
ICTL	-0.258713	0.049751	-0.304584	0.023081
HAL	-0.483817	0.272694	-0.099567	-0.038364
AGD	-0.413116	0.305553	-0.021569	0.207940
THL	-0.561172	0.158227	-0.261686	0.167739
TBL	-0.430912	0.321156	-0.202575	0.308753
TAL	-0.503087	0.384316	-0.231488	0.265735

species group. *Bufo crucifer* would occupy the first and second sub-units. LYNCH (1979) joins these two regions together to count the number of endemic species, showing that it would be very similar. *Bufo pombali* sp.nov. would occupy the fifth sub-unit, and *B. ornatus* would occupy the fourth sub-unit. *Bufo abei* sp.nov. would occupy the sixth sub-unit, and *B. henseli* would occupy the seventh sub-unit, delimited to the north by the Serra Geral, that crosses the State of Rio Grande do Sul separating it from the State of Santa Catarina. These mountains reach the Atlantic coast bordering the distribution of *B. henseli* to the south.

DUELLMAN (1999) defined the *B. crucifer* species group as a monotypic group, for the Atlantic Rain Forest and Pampas. Considering the examined material and bibliography, we observed that species of this group are also distributed on the borders of the Brazilian Cerrado.

Specimens of *B. abei* sp.nov. and *B. henseli* were collected in the region of the Itaimbezinho Canyon, Municipality of Cambará do Sul, State of Rio Grande do Sul. This could be a possible contact area between these two species, but it is possible that the specimens of *B. henseli* were collected at the top of the canyon and the specimens of *B. abei* sp.nov. in the plain (Paulo C.A.Garcia, pers. comm.). The average height of the canyon wall in that area is of approximately 800m. This observation seems to reinforce the model proposed by LYNCH (1979).

Morphometric analysis – The morphometric analysis was used to test if the morphometric

Table 9. Loadings: Pearson's coefficients correlation (r) for the 25 significant measurement variables in the canonical analysis.

CHARACTERS	VECTOR 1	VECTOR 2	VECTOR 3	VECTOR 4
SVL	-0.80 *	0.25 *	0.23 *	0.17 *
HL	-0.78 *	0.13 *	-0.22 *	0.24 *
HW	-0.85 *	0.23 *	-0.15 *	0.14 *
IC	-0.82 *	0.23 *	-0.24 *	0.20 *
IND	-0.50 *	0.41 *	0.06	0.13 *
END	-0.72 *	0.15 *	-0.17 *	0.24 *
ED	-0.73 *	0.24 *	-0.11	0.27 *
UEW	-0.78 *	0.21 *	0.07	0.10
IOD	-0.81 *	0.17 *	-0.17 *	0.19 *
EMD	-0.67 *	0.24 *	-0.00	0.11
CRL	-0.67 *	0.15 *	-0.07	0.43 *
STR	-0.74 *	0.01	0.17 *	0.36 *
ETD	-0.69 *	0.01	-0.04	-0.02
TD	-0.69 *	-0.07	0.02	0.35 *
TH	-0.65 *	-0.00 *	-0.00	0.28 *
IPD	-0.87 *	0.23 *	-0.15 *	0.07
FAR	-0.77 *	0.32 *	-0.16 *	0.27 *
UAR	-0.67 *	0.29 *	-0.13 *	0.24 *
ICTW	-0.59 *	0.24 *	0.02	0.12
ICTL	-0.45 *	0.06	-0.32 *	0.02
HAL	-0.72 *	0.27	-0.09	-0.03 *
AGD	-0.64 *	0.32	-0.02	0.19 *
THL	-0.79 *	0.15	-0.22 *	0.14 *
TBL	-0.66 *	0.33	-0.18 *	0.27 *
TAL	-0.72 *	0.37	-0.20 *	0.22 *

(*) significant P<0.05.

external variables would corroborate taxonomic groups. Most of the variation observed in the first two canonical vectors could be explained by the size component, mainly because almost all coefficients have the same signal (Tab. 8), denoting that their scores increase in the same direction in both axes (HUMPHRIES *et al.*, 1981). However, variables DT and AT should contain a "shape" component for the second vector, explaining their variation.

The projection of the scores (Fig.27) shows that the specimens of *B. crucifer* and *B. pombali* sp.nov. are well discriminated in a general way. The species *B. henseli* was discriminated satisfactorily, with few individual scores overlapping the cloud of points of *B. ornatus* and *B. abei* sp.nov., perhaps caused by the influence of the size variables, as the analysis of canonical variables is not corrected for these parameters.

Bufo ornatus and *B. abei* sp.nov. demonstrate a high degree of overlap among their scores. It is interesting to observe that, although there is an almost total superposition of the scores in the canonical analysis, the polygon of *B. abei* sp.nov. is confined to a certain area within the polygon of *B. ornatus* (Fig.27), demonstrating that the analyzed population of *B. abei* sp.nov. has a differential component for size compared to *B. ornatus*. Although they are very close species, *B. abei* sp.nov. can be easily distinguished from *B. ornatus* morphologically and their geographical distribution is adjacent, but distinct. The existence of contact

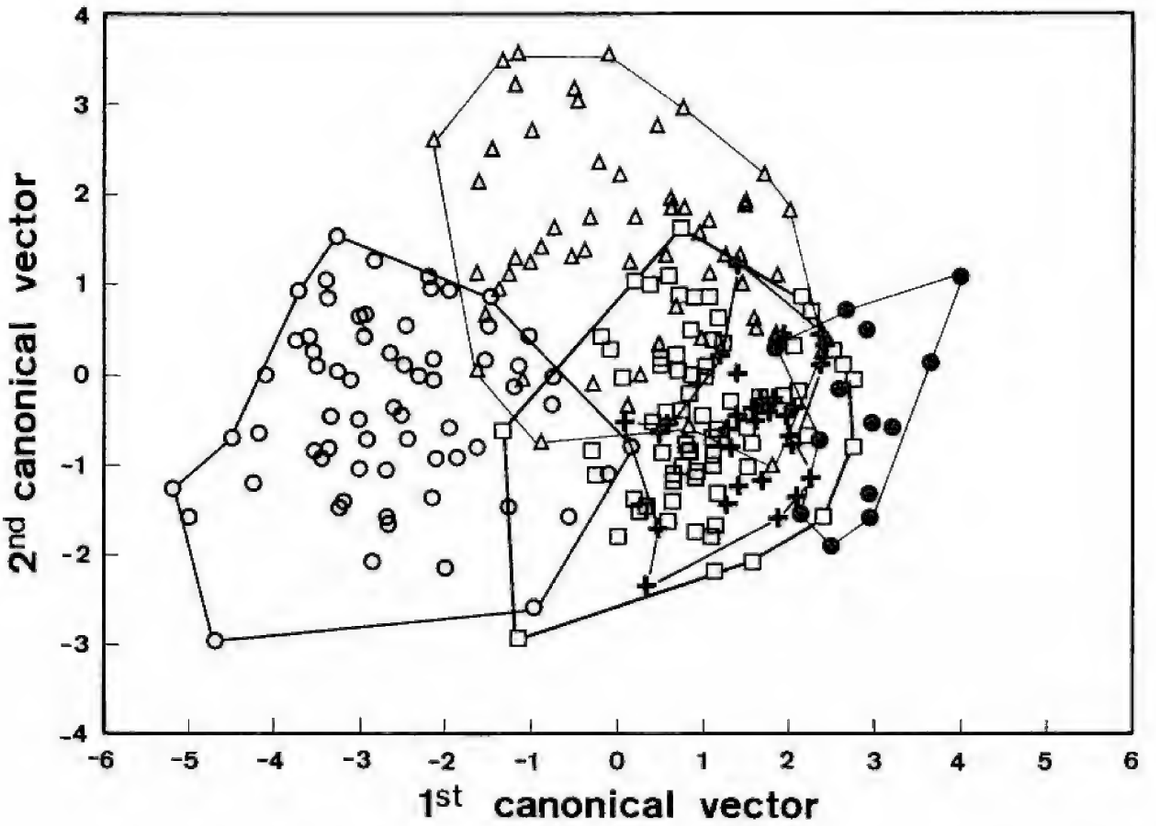


Fig.27- Projection of the individual scores of the combined samples of *Bufo crucifer* (○), *B. ornatus* (□), *B. henseli* (●), *B. abei* sp.nov. (✚), and *B. pombali* sp.nov. (△), in the reduced space of canonical variables 1 and 2.

areas and the production of hybrids between these two forms cannot be dismissed, especially because the formation of hybrids among species in the genus *Bufo* is quite common (HADDAD, CASTANHO & CARDOSO, 1990). If hybrids are indeed formed, the analysis of gene fragments would help to corroborate this idea or verify whether there is gene flow between these populations and evidence of genetic introgression.

SPECIMENS EXAMINED

Bufo crucifer – BRAZIL: CEARÁ: Serra do Baturité (MNRJ 13585, 21898). PARAÍBA: Areia (MNRJ 18076-18078; CFBH 2924); Pirauá (MZUSP 59378). PERNAMBUCO: Caruarú (AL-MN 1570-1574); Igarassú (CFBH 2489); Recife (CFBH 2912-2915; MNRJ 3016, 3043; MZUSP 50059); Tapera (AL-MN 2773). SERGIPE: Areia Branca (MZUSP 37821-37822). BAHIA: Campo Formoso (MZUSP 38806); Cruz das Almas (MZUSP 4983); Cumuruxatiba (MZUSP 59422-59432); Ilhéus (CFBH 2582-2583, 2909-2917; MNRJ 1360, 1497, 1696, 1708, 1709, 1710, 1718, 2593, 2881, 7496-7498, 21899, 21900-21905, 21906-21907); Itabuna (MNRJ 21924-21926); Itajibá (JJ 6208-6214); Maracás (MNRJ 21921-21923; JJ 6215-6233); Nova Canaã (EI 2986); Nova Viçosa (MNRJ 22327-22328); Prado (MNRJ 21927); Salvador (MZUSP 8192-8197, 8341, 9150-9154, 9333-9339, 9532-9541, 10771-10778, 49884); Valença (MNRJ 21908-21918, 21919-21920). ESPÍRITO SANTO: Aracruz (CFBH 2834, 2863-2867; MNRJ 17774, 18454-18456); Baixo Guandú (MNRJ 21929-21930; MZUSP 35617-35619, 35656-35671); Bananal (MNRJ 344, 358); Barra Seca (MNRJ 1758, 1938); Cachoeiro do Itapemirim (MNRJ 3863); Conceição da Barra (MNRJ 20900-20901, 22313-22316); Domingos Martins (MNRJ 18458); Goitacazes (MNRJ 1523); Itá (MZUSP 27377); Linhares (CFBH 958-959); Mutum (MNRJ 352, 353, 5337-5343); Rio Itaúna (MZUSP 4967-4969); Santa Luzia (MNRJ 3157); Santa Teresa (MNRJ 1265, 1285, 1355-1357, 1362, 1497, 1508, 1754, 1944,

21928; MZUSP 27378-27385, 27799-27800, 30531-30539, 50060-50065); Serra de Jacaraípe (MNRJ 21931); Sooretama (MZUSP 4017, 27386-27388); Vila Velha (CFBH 2874-2877); Vitória (AL-MN 2759-2762).

Bufo ornatus – BRAZIL: RIO DE JANEIRO: Angra dos Reis (CHUNB 0224-0262, 14275-14279; MNRJ 345, 1392; MZUSP 7980-7987); Araruama (MNRJ 21999-22000); Bangú (MNRJ 2449); Barra do Piraí (MNRJ 2517); Bom Jesus de Itabapoana (MZUSP 59931); Cachoeiras de Macacú (MNRJ 22047-22048); Cambuci (EI 2983-2984); Duque de Caxias, Serra do Barro Branco (AL-MN 2956-2963; MNRJ 1581, 1764, 1813, 2471, 2733, 21993-21998); Engenheiro Paulo de Frontin (MNRJ 21672, 21680-21685, 22319); Gondotiba (MNRJ 2767); Ilha Grande (MNRJ 21932-21958); Ilha da Marambaia (MNRJ 19383); Itaguaí (CFBH 2868-2871; EI 2985; JJ 6235-6241); Itatiaia (MNRJ 349, 2475; MZUSP 4121-4122, 10828, l0830); Macaé (MZUSP 648); Manguinhos (AL-MNRJ 4234, 3353); Maricá (MZUSP 56102); Mendes (MNRJ 1989); Miguel Pereira (MNRJ 22342; MZUSP 27390); Niterói (MNRJ 18514-18515, 22005); Nova Friburgo (AL-MN 2796; JJ 6338-6369); Nova Iguaçú, Reserva do Tinguá (EI 4767; MNRJ 22006-22013); Nova Iguaçú, Rio d'Ouro (MNRJ 0361, holotype of *Bufo crucifer* var. *roseana*); Paraíba do Sul (MNRJ 2867); Parati (CFBH 1377; EI 3 sp. without number; MNRJ 22001-22004); Parque Nacional da Serra dos Órgãos (MNRJ 21991-21992); Petrópolis (MNRJ 2733, 21959, 21962, 21964-21975); Quintino Bocaiúva (MNRJ 22049); Ramos (MNRJ 600, 2704, 3052); Resende (MNRJ 22039-22041); Rio Bonito (MNRJ 22050); Rio de Janeiro (AL-MN 92-95, 277-286, 613, 875; 3358, 4203, 4256-4259; EI 262-264, 265-267; MNRJ 0362, holotype of *B. crucifer mayi*; MNRJ 347, 356, 359, 360-361, 600, 1337, 1548, 1613, 1810, 1904, 1911, 2070, 2106, 2126, 2204, 2422, 2429, 2474, 2537, 2608, 2704, 3050, 3052, 3095, 3502, 5344-5346, 22014-22038, 22044-22046, 22312; MZUSP 10864, 20908, 20832-20833, 27389); Santa Maria Madalena, Parque Estadual do Desengano (MNRJ 21821); Silva Jardim, Reserva Biológica Nacional de Poço das Antas (MNRJ 22053); Teresópolis (MNRJ 346, 1990, 2026, 2154, 2456, 3305, 5704-5707, 21976-21979); Três Rios (MNRJ 22052). SÃO PAULO: Ana Dias (MZUSP 27391); Apiaí (JJ 6268); Bananal (MNRJ 22209); Barueri (MZUSP 20593-20594, 22553, 22549); Bauru (MNRJ 22208); Bertioga (JJ 6242-6267; MZUSP 22622, 50076-50092); Boracéia (EI 268-269; MZUSP 4161-4162, 4588-4592, 9928-9929, 10510-10514, 27397-27398, 27399-27404, 27405, 27407-27416, 27814, 28779-28781, 28782, 28783, 28784-28789, 30523, 30549, 37725-37726, 37768, 54424-54425); Botucatu (JJ 6062-6198, 6407; MZUSP 7898, 10883, 13848-13849, 16147-16148, 27393-27395); Botujurú (MZUSP 27392); Caieiras (MZUSP 27396); Caminho do Mar (MZUSP 10141-10142); Campinas (MZUSP 36859-36860); Campo Grande da Serra (MZUSP 687); Campos de Jordão (MNRJ 1946); Capão Bonito (CFBH 1689); Caraguatatuba (MZUSP 27488-27495, 27497-27500, 27502-27506, 27508-27515, 27517-27519, 27521-27523, 27525-27538, 27540, 27542-27546, 27548-27551, 27553-27564, 27566-27568, 27569-27570, 27571, 27572-27579, 30546, 36766-36780); Cubatão (MZUSP 492); Eldorado Paulista (MNRJ 22163); Embú (MZUSP 27444-27453); Engenheiro Ferraz (MZUSP 27422-27440); Engenheiro Marsillac (MZUSP 27418-27421); Ferraz de Vasconcelos (MZUSP 3688-3690, 3692-3693); Franca (MZUSP 755); Funil (MZUSP 527); Garça (SJRP 0666); Guarujá (MZUSP 37328); Guarulhos (MZUSP 27441, MNRJ 1964, 1972, 2147, 2879); Iguape (MZUSP 27487, 27581-27585, 27586-27590, 60020); Ilhabela (MZUSP 688, 714, 745, 22794, 6383, 6407, 8775-8777, 8806-8810, 9968, 27793-27796, 27797-27798, 50066-50069); Iporanga (MZUSP 23877-23878, 23879-23882); Itaberá (MZUSP 13477); Itanhaém (CHUNB 14280; JJ 6406; MZUSP 734, 9671-9673, 30485, 30771-30773; SJRP 0671-0673); Itapecerica da Serra (EI 6374; MZUSP 27442-27443, 27444-27445); Itapevi (EI 2987, 4764); Itú (MZUSP 27454-27455, 30524); Jacupiranga (JJ 6405); Jundiaí (CFBH 725-727); Juquiá (MNRJ 2875); Limeira (MZUSP 9639-9640); Nova Louzã (MZUSP 27457-27458); Paranapiacaba (MNRJ 22202; MZUSP 241, 726, 748, 8833-8835, 10116, 10141-10142, 10635-10639, 10641-l0647, 10963-10966, 10993-10998, 30521); Pardinho (JJ 6199-6207); Peruíbe (MZUSP 27591-27618, 30631-30652, 57714-57716, 58072-58074); Perus (MZUSP 426); Piedade (MZUSP 2282-2283); Piquete (MZUSP 206, 378, 676-677); Piraju (JJ 6370-6392; MNRJ 19422, 22203-22207); Praia Grande (MZUSP 27660-27699, 27619-27659, 27700-27714, 22531-22545); Rio Claro (CFBH 1373, 2224; CHUNB 14270-14271, 14274; MNRJ 1968, 2142; MZUSP 2007, 29685-29686); Rio Grande (MZUSP 736, 731); Santo André (MZUSP 27470-27471, 27480-27484); Santos (MZUSP 682, 12491-12493, 37328); São Carlos (MNRJ 22162); São João Novo

(MZUSP 27459); São Paulo (AL-MN 2374-2375, 2466-2472; MNRJ 1964, 1972, 2147, 2879, 22159-22161; MZUSP 102, 426, 2657, 2829, 6423, 7775-7785, 7989, 8059-8073, 8772-8773, 9029, 9325, 9378-9385, 9592-9595, 9679, 9790-9796, 10350, 12876-12905, 12665-12677, 12679-12690, 9992-9994, 9996-10003, 10582-10583, 22452-22459, 27460, 27468-27469, 27472, 27473-27478, 27485, 56588; SJRP 0670; ZUEC 0295, 0440); São Sebastião (JJ 6312-6337; MNRJ 16702; MZUSP 717, 27535, 22793; SJRP 0667-0669, 2493, 2671); São Vicente (MZUSP 345, 389-390); Serra do Mar (MNRJ 22168-22201); Serra Negra (MZUSP 27461); Ubatuba (CFBH 326-329, 1056, 1206-1220, 1225, 1683, 1710, 1748-1759, 1774, 1813, 2920-2923; JJ 6393-6398; MZUSP 27736-27740, 28887, 28443-28446; ZUEC 0265, 4360); Vista Alegre do Alto (MZUSP 27486); Vitoriana (MZUSP 12919). ARGENTINA: CORRIENTES (MACN 3506). MISIONES: Candelaria (MACN 36578); Parque Nacional Iguazú (MACN 32782).

Bufo henseli – BRAZIL: SANTA CATARINA: Capinzal (MCP 2308); Nova Teutônia (MZUSP 8646-8664); Rancho Queimado (P.C.A. Garcia field number 321). RIO GRANDE DO SUL: Camaquã (MCN 2531); Cambará do Sul, Itaimbezinho (MCN 1036, 1894); Caxias do Sul (MCP 1615); Cerro Largo (MZUSP 27810); Porto Alegre (AL-MN 452, JJ 6296-6306; MCN 0449); Santa Maria (ZUFSM 0196, 0206, 0347, 0494-0495); São Francisco de Paula (MCP 0371; MCN 7498); Viamão (MCN 1194).

Bufo abei sp.nov. – BRAZIL: PARANÁ: Açunguí (MZUSP 15768-15769, 23872-23876); Antonina (MNRJ 1788); Caiobá (MZUSP 15770-15773, 23868-23871); Guaraqueçaba (MNRJ 22243-22246); Guaratuba (CFBH 2929-2931; MZUSP 15778-15779, 27808); João Eugênio (MZUSP 27806); Marumbi (MZUSP 54497); Morretes (CFBH 2836-2840; ZUEC 4728); Quatro Barras (CFBH 2818); Reserva Florestal de Santa Cruz (MZUSP 15774-15777, 27801-27805); Rio do Meio (MZUSP 27807); Serra de Araraquara (MNRJ 1795). SANTA CATARINA: Blumenau (CFBH 2857-2858); Bombinhas (MCP 1643-1644); Camboriú (JJ 6311; MCP 1756); Colônia Hansa (MZUSP 465, 785); Corupá (MZUSP 27809); Florianópolis, Canasvieiras (PCAG 577); Florianópolis, Córrego Grande (MCP 3118-3119; MNRJ 24963, 24964-24967; PCAG 458); Harmonia (MZUSP 689); Itapoá (CFBH 2841); Novo Horizonte, Lauro Müller (MZUSP 35332-35349, 53774-53808); Pirabeiraba (MZUSP 55846-55850); Humboldt (MNRJ 348); Joinville (MNRJ 1559, 1567, 2130, 2282, 3059); Porto Belo (MNRJ without number); Rio dos Cedros (CFBH 2842-2844; EI 4759-4763; JJ 6234; MZUSP 58651); Santa Luzia (MNRJ 3157). RIO GRANDE DO SUL: Cambará do Sul, Itaimbezinho (MCN 3027).

Bufo pombali sp.nov. – BRAZIL: MINAS GERAIS: Além Paraíba (MNRJ 22232); Alfenas (FETA 11-22, 33, 44); Belo Horizonte (CHUNB 14272-14273; JJ 6399-6304; MZUSP 10972); Caeté (MZUSP 23883-23888, 23890-23893, 23895-23897, 23899-23901, 23903, 23905, 23907-23924, 23926-23929, 23930-23935, 23937-23938, 23940-23943, 23945); Cambuquira (MNRJ 22230); Caparaó Velho (MZUSP 57921); Caratinga (MNRJ 22231); Conceição de Ibitipoca (MNRJ 22229); Conceição do Mato Dentro (MZUSP 57278); Estação Agrícola do Pomba (MNRJ 22236-22239); Grão Mogol (MNRJ 22234-22235); Juiz de Fora (AL-MN 2480-2481, 2540-2543; MNRJ 18496-18502, 22210-22218); Manhuaçú (MNRJ 22240-22242); Mariana (MZUSP 702-703); Marliéria (JJ 6410-6412; MNRJ 22233); Parque Nacional do Caparaó (MZUSP 57920); Poços de Caldas (MNRJ 22220-22224); Presidente Soares (MNRJ 22225-22226); Riacho da Cruz (MZUSP-P 27376); Sabará (MZUSP 27374-27375); São Geraldo (MNRJ 22227-22228); São Gonçalo do Rio Abaixo (MNRJ 21466-21477, 22219, 22291-22294, 22296-22311, 22320-22326); São João Nepomuceno (MNRJ 22042-22043, 22329-22330); Simonésia (MNRJ 22317-22318); Simplício (MZUSP 27479); Varginha (MNRJ 3322); Viçosa (JJ 6307-6310; MNRJ 662; MZUSP 50072-50075).

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Guarino R. Colli (CHUNB), Oswaldo L. Peixoto (UFRRJ), Jorge Jim (UNESP), Marcos Di Bernardo (MCP), Paulo E. Vanzolini (MZUSP), Luiz Dino Vizotto (SJRP), Ivan Sazima (ZUEC), Sonia Cechin (ZUFSM), Antonio J.S. Argôlo (Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA), Cristina Arzabe (Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB), Luciano M. Castanho (Pontifícia Universidade Católica, Sorocaba, SP), Paulo C.A. Garcia (Universidade de Mogi das Cruzes, SP), Frederico Gruber, and Edinilza Maranhão, for making their collections available or providing specimens. Anne d'Heursel (Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, SP), José P. Pombal Jr. (MNRJ), Leandro R. Monteiro (Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos, RJ), Márcio Martins (Universidade de São Paulo, SP), and Ronaldo Fernandes (MNRJ) for helpful comments on earlier drafts of the manuscript.

Jaime Somera for the line drawings. F.A.Baldissera Jr. thanks CNPq and CAPES for the grants. U.Caramaschi thanks CNPq and FAPERJ, and C.F.B.Haddad thanks FUNDUNESP, CNPq, and FAPESP for financial supports.

LITERATURE CITED

AB'SÁBER, A.N., 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, **52**:1-22, 1 map.

BALDISSERA JR., F.A.; BATISTIC, R.F. & HADDAD, C.F.B., 1999. Cytotaxonomic considerations with the description of two new NOR locations for South American toads, genus *Bufo* (Anura: Bufonidae). **Amphibia-Reptilia**, Leiden, **20**:413-420.

BLAIR, W.F., 1972. **Evolution in the Genus *Bufo***. Austin & London: University of Texas Press. 459p.

BOETTGER, O., 1885a. Liste von Reptilien und Batrachiern aus Paraguay. **Zeitschrift für Naturwiss**, Halle, **58**:213-248.

BOETTGER, O., 1885b. Berichtigung der Liste von Reptilien und Amphibien am Paraguay. **Zeitschrift für Naturwiss**, Halle, **58**:436-437.

BOKERMANN, W.C.A., 1966. **Lista Anotada das Localidades-Tipo de Anfíbios Brasileiros**. São Paulo: Serviço de Documentação, Reitoria da Universidade de São Paulo. 183p.

BOULENGER, G.A., 1882. **Catalogue of the Batrachia Salientia s. Ecaudata in the Collection of the British Museum**. 2.ed. London: British Museum. 503p.

BOULENGER, G.A., 1886. A synopsis of the reptiles and batrachians of the Province Rio Grande do Sul, Brazil. **Annals and Magazines of Natural History**, London, **5**(18):423-445.

CAVALCANTI, M.J. & LOPES, P.R.D., 1993. Análise morfométrica multivariada de cinco espécies de Serranidae (Teleostei, Perciformes). **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, **15**(1):53-64.

CEI, J.M., 1980. Amphibians of Argentina. **Monitore Zoologico Italiano (NS) Monograph**, Firenze, **2**:1-609.

COCHRAN, D.M., 1955 - Frogs of Southeastern Brazil. **United States National Museum Bulletin**, Washington, **206**:1-423.

COPE, E.D., 1862. Catalogues of the reptiles obtained during the explorations of the Parana, Paraguay, Vermejo, and Uruguay Rivers by Capt. Thos. J. Page, U.S.N., and of those procured by Lieut. N. Michler, U.S. Top. Eng., commander of the expeditionconducting the survey of the Atrato River. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, Philadelphia, **14**:346-359.

CUVIER, G., 1829. **Le Règne Animal Distribué d'Aprés son Organisation**. Paris: Déterville, Crochard. v.2. xv, 406p.

DUELLMAN, W.E., 1970. The hylid frogs of Middle America. **Monograph of the Museum of Natural History, University of Kansas**, Lawrence, 1:1-753.

DUELLMAN, W.E., 1999. **Patterns of Distribution of Amphibians: A Global Perspective**. Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press. 633p.

DUELLMAN, W.E. & SCHULTE, R., 1992. Description of a new species of *Bufo* from Northern Peru with comments on phenetic groups of South American toads (Anura: Bufonidae). **Copeia**, Lawrence, **1992**(1):162-172.

DUMÈRIL, A.M.C. & BIBRON, G., 1841. **Erpétologie Générale, ou Histoire Naturelle Complète des Reptiles**. Paris: Roret. V. 8. 784p.

FITZINGER, L.I., 1826. **Neue Classification der Reptilien nach ihren natürlichen Verwandtschaften. Nebst einer Verwandtschafts-tafel und Verzeichnisse der Reptilien-Sammlung des K. K. Zoologischen Museum's zu Wien**. Wien: J.G.Heubner. 66p.

FITZINGER, L.I., 1843. **Systema Reptilium. Fasciculus Primus. Amblyglossae**. Viena: Braumüller et Seidel. 106p.

FITZINGER, L.I., 1860. Die ausbeute der öesterreichischen Naturforscher an Säugethieren und Reptilien während der Weltumsegelung Sr. Majestät Fregatte Novara. **Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse**, Wien, **42**:383-416.

FROST, D.R., 1985. **Amphibian Species of the World: A Taxonomic and Geographical Reference**. Lawrence: Allen Press, Inc. & The Association of Systematics Collections. 732p.

FROST, D.R., 2002. **Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 2.21** (15 July 2002). Available: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index. html>. Captured on 16 March 2004.

GARMAN, S., 1884. The North American reptiles and batrachians. A list of the species occurring north of the Isthmus of Tehuantepec, with references. **Bulletin of the Essex Institute**, Essex, **16**:1-46.

GIRARD, C.F., 1853. Descriptions of new species of reptiles, collected by the U.S. Exploring Expedition, under the command of Capt. Charles Wilkes, U.S.N. Second part. Including the species of batrachians, exotic to North America. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, **6**(7):420-424.

GÜNTHER, A., 1858. **Catalogue of the Batrachia Salientia in the Collection of the British Museum**. London: British Museum. 160p.

HADDAD, C.F.B.; CARDOSO, A.J. & CASTANHO, L.M. 1990. Hibridação natural entre *Bufo ictericus* e *Bufo crucifer* (Amphibia: Anura). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **50**(2):739-744.

HADDAD, C.F.B. & SAZIMA, I., 1992. Anfíbios anuros da Serra do Japi. In: MORELLATO, L.P.C. (Org.) - **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e Preservação de uma Área Florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP. p.188-211.

HEYER, W.R., 1984. Variation, systematics, and zoogeography of *Eleutherodactylus guentheri* and closely related species (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). **Smithsonian Contributions to Zoology**, Washington, 402:1-42.

HEYER, W.R.; RAND, A.S.; CRUZ, C.A.G.; PEIXOTO, O.L. & NELSON, C.E., 1990. Frogs of Boracéia. **Arquivos de Zoologia**, São Paulo, **31**(4):231-410.

HOOGMOED, M.S. & GRUBER, V., 1983. Spix and Wagler type specimens of reptiles and amphibians in the Natural History Musea in Munich (Germany) and Leiden (The Netherlands). **Spixiana**, Leiden, **9**:319-415.

HUMPHRIES, J.M.; BOOKSTEIN, F.L.; CHERNOFF, B.; SMITH, G.R.; ELDER, R.L. & POSS, S.G., 1981. Multivariate discrimination by shape in relation to size. **Systematic Zoology**, Washington, **30**(3):291-308.

ICZN - International Commission on Zoological Nomenclature, 1999. **International Code of Zoological Nomenclature**: adopted by the International Union of Biological Science. 4.ed. London: The International Trust for Zoological Nomenclature. xxix, 306p.

JIM, J., 1980. **Aspectos ecológicos dos anfíbios registrados na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura)**. São Paulo. 332p. Tese (Doutorado em Zoologia), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

KLOSS, G.R., 1972. **Os *Rhabdias* dos *Bufo* do grupo *marinus*: um estudo de espécies crípticas (Nematoda, Rhabditoidea)**. São Paulo. 90p. Tese (Doutorado em Zoologia), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

LAURENTI, J.N., 1768. **Specimen Medicum, Exhibens Synopsin Reptilium Emendatum cum Experimentis Circa Venena et Antidota Reptilium Austriacorum**. Viena: Typ. Joan Thom. Nob. De Trattnern. 214p.

LUTZ, A., 1934. Notas sobre espécies brasileiras do gênero *Bufo*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, **28**(1):111-133.

LYNCH, J.D., 1979. The amphibians of the lowland tropical forests. In: DUELLMAN, W.E. (Ed.) **The South American Herpetofauna: Its Origin, Evolution, and Dispersal**. Lawrence: University of Kansas Museum of Natural History. 189-215p. (Monograph 7).

MARTIN, R.F., 1972. Evidence from osteology. P.37-70 In: BLAIR, W.F. (Ed.) **Evolution in the Genus *Bufo***. Austin & London: University of Texas Press.

McDIARMID, R.W., 1994. Preparing amphibians as scientific specimens. In: HEYER, R.W.; DONNELLY, M.A.; McDIARMID, R.W.; HAYEK L.A.C & FOSTER, M.S. (Eds.) **Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians**. Washington: Smithsonian Institution Press. 289-297p.

MIRANDA-RIBEIRO, A., 1926. Notas para servirem ao estudo dos gymnobatrachios (Anura) brasileiros. **Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, **27**:1-227, 22 pls.

MIRANDA-RIBEIRO, A., 1937. Alguns batrachios novos das collecções do Museu Nacional. **O Campo**, Rio de Janeiro (Maio):66-69.

MÜLLER, P., 1973. **Dispersal Centers of Terrestrial Vertebrates in the Neotropical Realm**. The Hague: Junk Publishers. 244p. (Biogeographica, n.2).

MYERS, C.H. & DUELLMAN, W.E., 1982. A new species of *Hyla* from Cerro Colorado, and other tree frog records and geographical notes from Western Panama. **American Museum Novitates**, New York, 2752:1-32.

NIEDEN, F., 1923. **Das Tierreich. Anura I**. Berlin: Preubischen Akademie der Wisssenschaften zu Berlin. v.46, xxxii, 584p.

NORMAN, D.R., 1994. **Anfibios y Reptiles del Chaco Paraguayo. Amphibians and Reptiles of the Paraguayan Chaco**. San José: Edition of Author. 281p. 32pls.

SAVAGE, J.M. & HEYER, W.R., 1967. Variation and distribution in the tree-frog genus *Phyllomedusa* in Costa Rica, Central America. **Beiträge zur Neotropischen Fauna**, Stuttgart, **5**:111-131.

SCHINZ, H.R., 1822. **Das Tierreich eingetheilt nach dem Bau der Thiere als Grundlage ihrer Naturgeschichte und der vergleichenden Anatomie von dem Herrn Ritter von Cuvier**. Stuttgart und Tübingen: J.G. Cotta. v.2.

SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J., 1995. **Biometry**. 3.ed. San Francisco: W.H.Freeman and Co. 887p.

SPIX, J.B., 1824 - **Animalia Nova Sive Species Novae Testudinum et Ranarum Quas in Itinere per Brasiliam Annis MDCCCXVII-MCCCCXX Jussu et Auspidis Maximiliani Joseph I. Bavarie Regis**. Monachii: S. Hübschmanni.

STRANECK, R.; OLMEDO, E.V. & CARRIZO, G.R., 1993. **Catalogo de Voces de Anfibios Argentinos. Parte 1**. Buenos Aires: Ediciones L.O.L.A. 130p.

WIED-NEUWIED, M.A.P., 1821. **Reise nach Brasilien in den Jahre 1815 bis 1817**. Frankfurt: H.L.Brönner.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.3, p.283-291, jul./set.2004
ISSN 0365-4508

ICNOFÓSSEIS DA FORMAÇÃO PIMENTEIRA (DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA), MUNICÍPIO DE MIRANORTE, ESTADO DO TOCANTINS, BRASIL [1]

(Com 6 figuras)

LUÍS MAURÍCIO SALGADO ALVES CORRÊA [2]
SONIA AGOSTINHO [3]
ANTONIO CARLOS SEQUEIRA FERNANDES [2, 4]
PRISCILA MAGALHÃES VIEIRA [4, 5]

RESUMO: A Formação Pimenteira, base da seqüência devoniana da Bacia do Parnaíba, tem revelado um conteúdo icnofossilífero bastante significativo, auxiliando no conhecimento icnológico do Devoniano brasileiro. No Estado do Tocantins, seus estratos revelaram, em afloramento situado no km 814 da rodovia Belém-Brasília (BR-153), a presença de icnofósseis identificados como *Bifungites* isp., *Nereites* cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899), *Rusophycus polonica* (Seilacher, 1970) e *Trichophycus* isp., além do pseudoicnofóssil "*Guilielmites*". A identificação dos três últimos icnotáxons, *Nereites* cf. *N. missouriensis*, *R. polonica* e *Trichophycus* isp., na Formação Pimenteira, compreende a sua primeira ocorrência no Brasil.

Palavras-chave: Icnologia, Formação Pimenteira, Devoniano, Bacia do Parnaíba.

ABSTRACT: Trace fossils from the Pimenteira Formation (Devonian of Parnaíba Basin) from Miranorte, State of Tocantins, Brazil.

The Pimenteira Formation, Lower Devonian sequence of the Parnaíba Basin, has a very important ichnofossiliferous record. In the outcrop located at the km 814 of Belém-Brasília Road (BR-153) in the State of Tocantins, were identified the ichnofossils *Bifungites* isp., *Nereites* cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899), *Rusophycus polonica* (Seilacher, 1970), and *Trichophycus* isp., associated with the pseudoichnofossil "*Guilielmites*". The presence of *Nereites* cf. *N. missouriensis*, *R. polonica*, and *Trichophycus* isp. in the Pimenteira Formation comprises the first occurrence of these ichnotaxa in Brazil.

Key words: Ichnology, Pimenteira Formation, Devonian, Parnaíba Basin.

INTRODUÇÃO

Inserida na base da seqüência devoniana da Bacia do Parnaíba, a Formação Pimenteira tem revelado um conteúdo icnofossilífero bastante significativo descrito por diversos autores, referenciados por FERNANDES *et al.* (2002). Dentre eles, FERREIRA & FERNANDES (1983) coletaram exemplares no Estado do Tocantins, identificando-os como pertencentes aos icnogêneros *Bifungites, Cruziana, Rusophycus*, ?*Neonereites* e *Palaeophycus*, além de "*Guilielmites*" e prováveis coprólitos. Os três primeiros icnogêneros já tinham sido anteriormente registrados na Formação Pimenteira; os outros dois, bem como "*Guilielmites*", foram então assinalados pela primeira vez na formação, embora alguns ocorram em outras unidades litoestratigráficas devonianas, como as formações Longá (Bacia do Parnaíba) e Inajá (Bacia de Jatobá) (FERNANDES *et al.*, 2002).

Considerando a ausência de descrição formal dos icnofósseis registrados no Estado do Tocantins, este trabalho propõe-se a revisar e descrever os exemplares referenciados por FERREIRA & FERNANDES (1983). Devido à análise mais apurada dos espécimens, os icnofósseis identificados inicialmente como *Cruziana* e ?*Neonereites* são aqui reinterpretados, respectivamente, como pertencentes aos icnogêneros *Trichophycus* e *Nereites*, e os correspondentes ao icnogênero

[1] Submetido em 30 de junho de 2003. Aceito em 25 de junho de 2004.
Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Instituto Virtual de Paleontologia-RJ/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (IVP-RJ/FAPERJ)

[2] Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Faculdade de Geologia. Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: luis.mauricio@rjnet.com.br.
[3] Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia. Rua Acadêmico Hélio Ramos s/n, Cidade Universitária, 50740-530, Recife, PE, Brasil. E-mail: sonia@ufpe.br.
[4] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: acsfernandes@aol.com. Bolsista do CNPq.
[5] E-mail: lindinhabio@terra.com.br. Bolsista da FAPERJ.

Rusophycus tiveram sua identificação icno específica determinada.

Contexto geológico e procedência das amostras

A Bacia do Parnaíba é uma bacia intracratônica que se estende por uma área em torno de 600.000km^2, através dos estados do Piauí, Maranhão, Ceará e Tocantins. Suas unidades litoestratigráficas estão dispostas em três grandes ciclos deposicionais, segundo BRITO (1979). Os afloramentos de Miranorte, Tocantins, estão incluídos no primeiro destes ciclos, o qual possui rochas datadas do Neo-ordoviciano ao Eocarbonífero. Estes afloramentos fazem parte da Formação Pimenteira, uma unidade basal pertencente ao Grupo Canindé, o qual ainda inclui as formações Itaim, Cabeças, Longá e Poti (GÓES & FEIJÓ, 1994). A Formação Pimenteira caracteriza-se litologicamente por apresentar variações laterais de fácies de modo gradativo, onde sedimentos pelíticos estão presentes em toda seção, notadamente na sua porção inferior. Na porção superior, embora também apresente alternâncias de arenito, siltito e folhelho, predominam fácies arenosas (SCHOBBENHAUS *et al.*, 1984). De acordo com suas características litológicas e sedimentares, a Formação Pimenteira retrata um ambiente nerítico de plataforma dominado por tempestades, possuindo idade givetiana-frasniana (GÓES & FEIJÓ, 1994).

Os exemplares estudados foram coletados em afloramento situado no km 814 da rodovia Belém-Brasília (BR-153) próximo à cidade de Miranorte, no Estado de Tocantins (Fig.1), composto por folhelhos escuros, acinzentados (FERREIRA & FERNANDES, 1983). Os exemplares estão depositados na coleção de paleoinvertebrados do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob os números MN 5522-I a MN 5526-I e MN 5447-I.

SISTEMÁTICA

Icnogênero *Bifungites* Desio, 1940

Bifungites isp.
(Fig.2a, b)

1983. *Bifungites* isp. FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5526-I (1 exemplar) e MN 5447-I (1 exemplar).

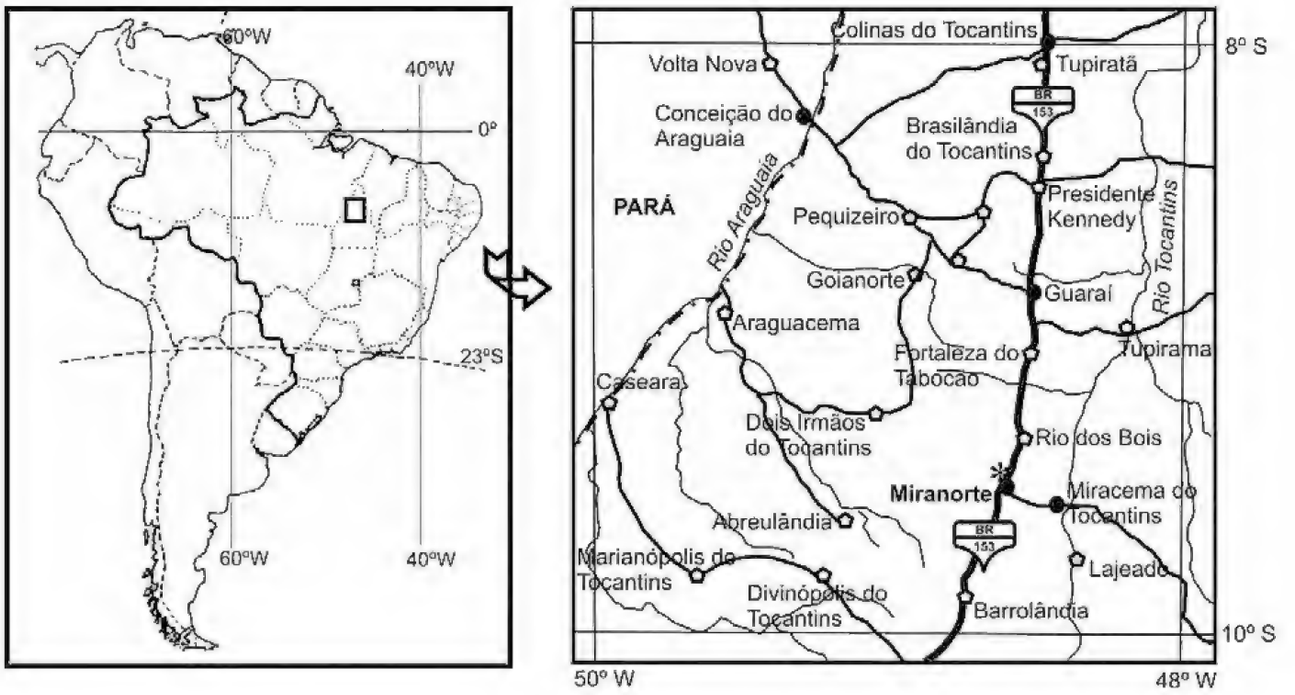


Fig.1- Localização geográfica dos afloramentos próximos a Miranorte, TO.

Descrição – Preservado em folhelho cinza-escuro pouco laminado, o exemplar encontra-se em hiporrelevo convexo, bastante fragmentado e mal-preservado. Está constituído apenas por metade de sua forma normal (comprimentos total e do eixo indefinidos), mostrando somente o tubo central horizontal e uma de suas extremidades. O eixo central, que se encontra mais baixo topograficamente que a extremidade, possui forma subcilíndrica, achatada, com diâmetro em torno de 4,2mm, sendo sua porção terminal, que se liga à extremidade, um pouco mais espessa, como um envoltório sobre o eixo. Já a extremidade preservada possui morfologia semelhante a uma seta, com comprimento de 8,6mm e largura máxima (junto à porção terminal do eixo) igual a 5,8mm.

Discussão – Devido à preservação um pouco precária, torna-se difícil estabelecer uma determinação icnoespecífica para o exemplar de *Bifungites* de Miranorte.

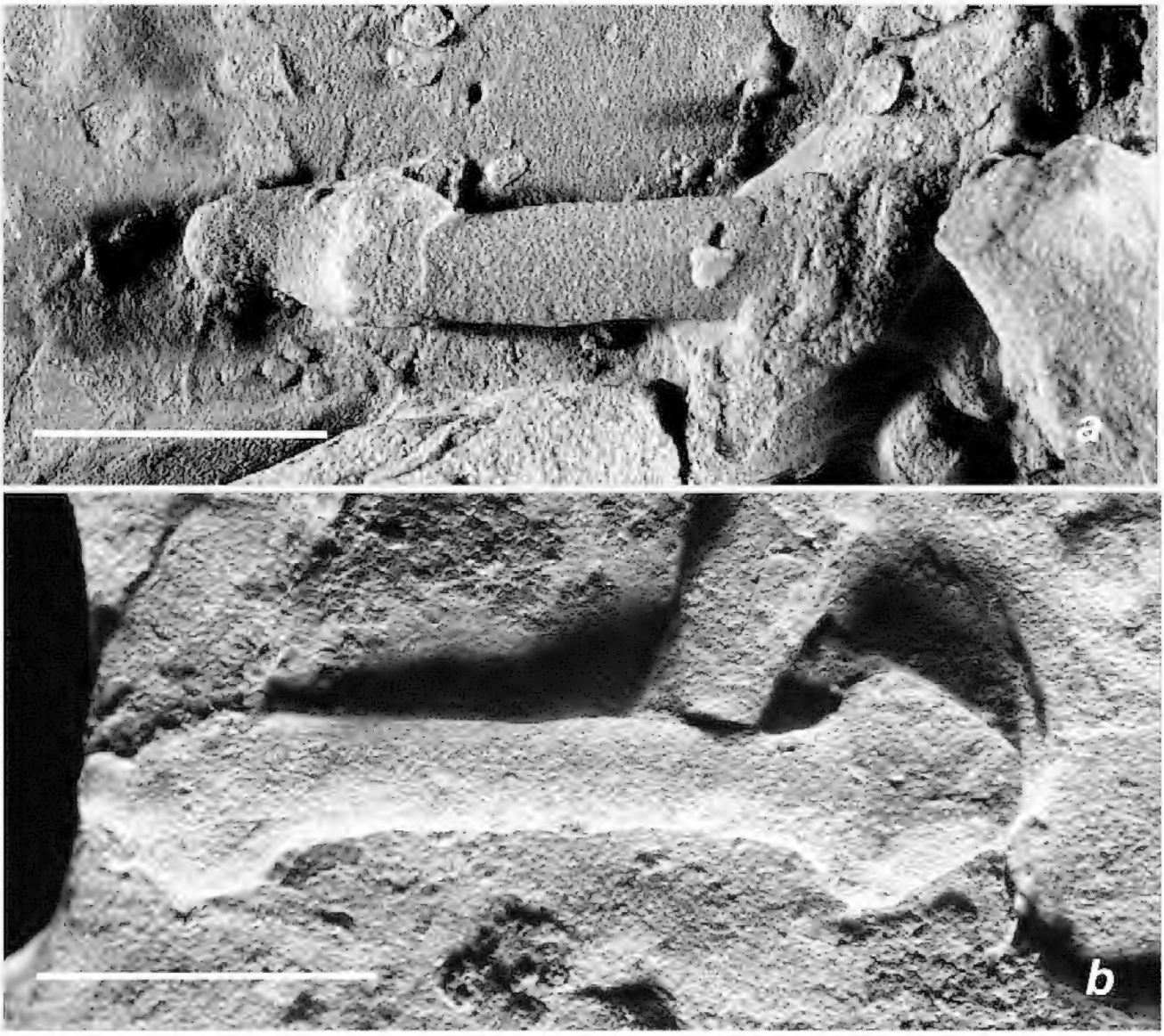


Fig.2- *Bifungites* isp.: (a) exemplar MN 5526-I.; (b) exemplar MN 5447-I. Escalas = 1cm.

Icnogênero *Nereites* MacLeay, 1839

Nereites cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899) (Fig.3)

1983. ?*Neonereites* isp. FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5525-I (1 exemplar).

Descrição – O icnofóssil encontra-se preservado em hiporrelevo convexo, em siltito fino cinza. Consiste em uma estrutura onde a parte interna é composta por uma cadeia bisseriada formada por pelotas subcirculares minimamente espaçadas e a parte externa composta por covinhas subcirculares também pouco espaçadas, dispostas ao longo do comprimento do icnofóssil, cuja medida corresponde a, aproximadamente, 16,2mm. A parte externa encontra-se parcialmente preservada, bem como a parte interna, com as covinhas profundas possuindo um diâmetro máximo de até 0,5mm. É possível observar, na parte interna, um microssulco de profundidade desprezível no meio da cadeia bisseriada, onde as pelotas possuem diâmetros irregulares que chegam a medir até 0,4mm. A largura, que corresponde à espessura formada somente pela parte interna, é regular e mede aproximadamente 1,1mm.

Discussão – As características descritas no exemplar de Miranorte são correlatas aos icnotáxons descritos como *Neonereites biserialis* Seilacher (SEILACHER, 1960), como a cadeia bisseriada de pelotas e a zona envoltória de covinhas profundas pouco espaçadas, que mesmo com a má preservação do icnofóssil, podem ser observadas nas suas porções terminais (Fig.3). UCHMAN (1995), no entanto, demonstrou que o icnogênero *Neonereites* não pode ser considerado um icnotáxon distinto, uma vez que sua morfologia corresponde a expressões preservacionais de vários icnotáxons diferentes. Por outro lado, UCHMAN (1995) referiu-se a variantes preservacionais da icnoespécie de *Nereites missouriensis* originalmente descritos por CONKIN & CONKIN (1968), com características singulares no sulco central e com o exterior da zona envoltória coberta por pelo menos uma cadeia unisseriada de pústulas, sendo a expressão em hiporrelevo desses exemplares correspondentes à sua sinonímia subjetiva *Neonereites biserialis*. Desta forma, as características dos exemplares de Miranorte, a cadeia bisseriada de pelotas e zona envoltória de covinhas, representam, respectivamente, a parte anterior (túnel central), de uma fileira no mínimo unisseriada de depressões pouco espaçadas e a parte exterior (zona envoltória), expressa por uma cadeia uni ou multisseriada de pústulas densamente compactadas, diagnósticas da icnoespécie *Nereites missouriensis* (Weller, 1899).

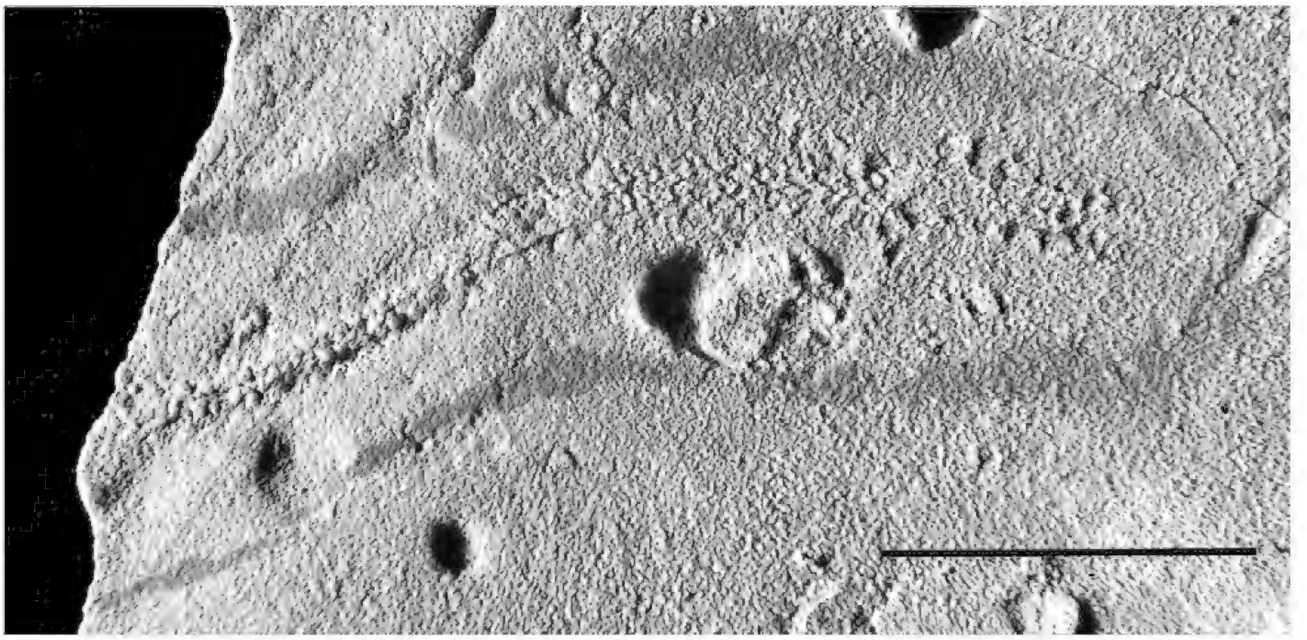


Fig.3- *Nereites* cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899), exemplar MN 5525-I. Escala = 1cm.

Icnogênero *Rusophycus* Hall, 1852

Rusophycus polonica (Seilacher, 1970)
(Fig.4a-d)

1983. *Rusophycus* isp. FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5524-I (4 exemplares).

Diagnose – Escavações de descanso podais com cerca de 12 pares de impressões coxais entre lobos endopodais impressos profundamente, nos quais as marcas transversais ou levemente retroversas são freqüentemente indefinidas. Podem ocorrer impressões pleurais e genais (SEILACHER, 1970).

Descrição – Preservados em folhelhos micáceos de cor cinza, em hiporrelevo convexo, os exemplares analisados apresentam morfologia bilobada distinta, com lobos endopodais lisos, nos quais não se apresentam ranhuras. Os lobos convexos divergem na porção anterior e convergem na porção posterior, os quais formam uma área central profunda e oval, que apresenta pares de impressões de apêndices coxais, com morfologia subquadrada a subretangular. As impressões coxais apresentam simetria oposta em relação ao plano axial. Todos os exemplares mostram uma margem póstero-lateral representada por pequenas protuberâncias de espinhos pleurais sub-arredondados, regularmente espaçados. Não foi possível verificar a existência de espinhos genais, devido à forma incompleta dos exemplares, dos quais o único completo encontra-se mal preservado. O material analisado está representado por três exemplares incompletos (indicados pelas letras a, b, c) e um completo (indicado pela letra d), cujas medidas individuais encontram-se assinaladas na tabela 1. O comprimento desses exemplares varia entre 31,3mm e 53,1mm e a largura entre 18,3mm e 34,0mm. Foi possível realizar a medição dos lobos endopodais nos quatro exemplares, os quais possuem largura que varia entre 6,1mm e 9,6mm. Com relação à área central, esta apresenta largura que varia entre 8,5mm e 16,0mm e comprimento que varia entre 22,7mm e 41,7mm.

Discussão – Apesar dos exemplares de Miranorte estarem parcialmente preservados, o exemplar A possibilita comparação das características morfológicas com as de outras icnoespécies descritas na literatura. As impressões coxais situadas em uma área central profunda e a disposição dos espinhos pleurais na margem póstero-lateral são algumas das características que podem ser correlacionadas com as dos exemplares de *Rusophycus polonica* descritos por SEILACHER (1970). Na diagnose de *R. polonica*, SEILACHER (1970) apontou 12 pares de impressões coxais, o mesmo número encontrado no exemplar A de Miranorte. A disposição dos lobos endopodais em "V" com vértice posterior e o tamanho dos icnofósseis também se assemelham aos exemplares descritos neste trabalho. A única característica que difere esses exemplares com os de SEILACHER (1970) é a ausência de ranhuras transversais ou retroversas nos lobos endopodais. Porém, a não visualização das ranhuras pode ser acarretada pela má preservação do material. Outras icnoespécies descritas por SEILACHER (1970) também são assemelhadas a *R. polonica*, como *R. dilatata* e *R. carleyi*. Entretanto, a primeira possui uma área central bem mais larga, com sulco mediano mais profundo, enquanto que na segunda os lobos endopodais são mais espessos, com a área central mais estreita, além dos lobos endopodais configurarem um contorno menos oval. MÁNGANO, BUATOIS & GUINEA (2002) descreveram uma nova espécie de *Rusophycus* proveniente do limite Cambriano-Tremadociano da Argentina, *R. moyensis*. Esses autores relataram que SEILACHER (1970) instaurou o grupo *carleyi* a fim de agrupar estruturas rusoficiformes com lobos endopodais protuberantes, marcas coxais e freqüentes impressões de espinhos genais e pleurais. Os produtores dessas estruturas (*R. polonica*, *R. dilatata* e *R. carleyi*) não estariam, necessariamente, relacionados filogeneticamente, se bem que as semelhanças morfológicas evidenciam uma forma similar de escavar o sedimento (SEILACHER, 1970). Desta forma, esses autores confirmaram a maior proximidade em termos morfológicos entre *R. moyensis* e *R. polonica*, o que também ocorre entre *R. moyensis* e os exemplares de Miranorte. Porém, em *R. moyensis*, MÁNGANO, BUATOIS & GUINEA (2002) identificaram de cinco a oito pares de impressões coxais, instituindo a diferença principal entre *R. moyensis* e *R. polonica*. Da mesma maneira, faz-se essa mesma comparação entre *R. moyensis* e os exemplares de Miranorte. Outra icnoespécie, *R. morgati* Baldwin, 1977, discutida por PICKERILL & FILLION (1984), também possui características semelhantes às de *R. polonica*, como o contorno oval em "V" do icnofóssil. Entretanto, devido às impressões coxais não serem pareadas e aos lobos endopodais possuírem superfície menos circular, pode-se afirmar, com certa exatidão, que os exemplares de Miranorte são representantes de *R. polonica*, proporcionando a primeira ocorrência desta icnoespécie no Brasil.

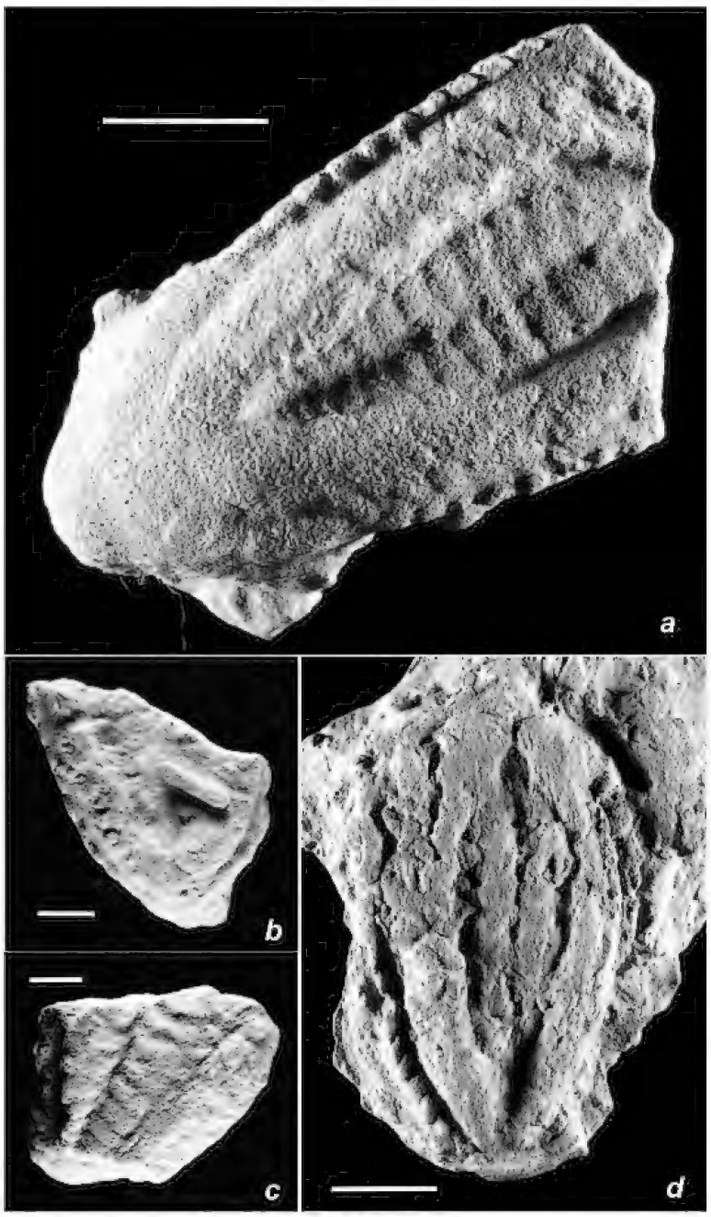


Fig.4- *Rusophycus polonica* (Seilacher, 1970), MN 5524-I: (a) exemplar a; (b) exemplar b; (c) exemplar c; (d) exemplar d. Escalas = 1cm.

Icnogênero *Trichophycus* Miller & Dyer, 1878

Trichophycus isp.
(Fig.5a-b)

1983. *Cruziana* isp. FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5522-I (9 exemplares incompletos).

Descrição – Desconhecendo-se a toponomia, os icnofósseis encontram-se preservados em siltitos micáceos de coloração variada, de granulometria média a fina, na forma de preenchimentos de escavações unilobadas retilíneas, levemente arqueadas, com a existência de raras ramificações distintas e de leves constrições no diâmetro, bem como a de conspícuo *spreite* e estrias longitudinais. Pela forma achatada das escavações, descrita por OSGOOD (1970) como "côncavo-convexa", é possível distinguir três dimensões distintas.

Desta forma, as escavações possuem comprimento entre 21,6mm e 94,4mm, que não representa a real dimensão dos exemplares por estes estarem bastante fragmentados; diâmetro aproximadamente constante, que pode variar ao longo do comprimento entre 17,5mm e 22,5mm; e uma espessura variando entre 6,2mm e 19,7mm. Estrias distintas, descontínuas, preservadas sobre a face dorsal/ventral formando, em sua maioria, um conjunto de cristas paralelas a subparalelas, sendo rara a existência de interseções ou truncamentos. As estrias estendem-se longitudinalmente por 11,5mm a 40,9mm, possuindo de 0,5mm a 0,7mm de largura, espaçadas entre si de 1,2mm a 2,1mm. Nas faces laterais é possível observar estrias que raramente formam uma feição contínua e paralela de cristas, cujo comprimento é muito irregular e de largura variável de 0,3mm a 0,8mm. Essas estrias laterais estão dispostas longitudinalmente, geralmente paralelas às estrias da face dorsal/ventral, aparecendo em apenas alguns trechos da escavação. Três exemplares apresentam, em visão transversal, estruturas semelhantes a *spreite* retrusivo.

Discussão – Devido às características apresentadas, os exemplares da Formação Pimenteira assemelham-se à icnoespécie *Trichophycus venosus* Miller, 1879, apesar de não serem observadas todas as estruturas que caracterizam a icnoespécie, como as estrias preservadas em todas as faces da escavação ou como a tendência das mesmas irradiarem-se póstero-lateralmente a partir da linha de simetria. Um fator que prejudica uma melhor comparação se assenta na má preservação das escavações e no alto grau de fragmentação dos exemplares. Desta forma, esse fator justifica a ausência de algumas características diagnósticas para a determinação da icnoespécie, permitindo somente sua caracterização sistemática em nível de icnogênero. Ainda assim, é possível comparar outras características diagnósticas, como, por exemplo, a presença de estrutura semelhante a um possível *spreite* retrusivo, acarretando a esses exemplares uma semelhança parcial aos exemplares de *Trichophycus venosus* encontrados na Noruega, descritos por SEILACHER & MEISCHNER (1965), e em Cincinnati, Estados Unidos, descritos por OSGOOD (1970), assim como o material encontrado na Nova Escócia, Canadá, descrito por FILLION & PICKERILL (1990). Desta forma, a descrição realizada para os exemplares de Miranorte proporciona a primeira ocorrência deste icnogênero no Brasil.

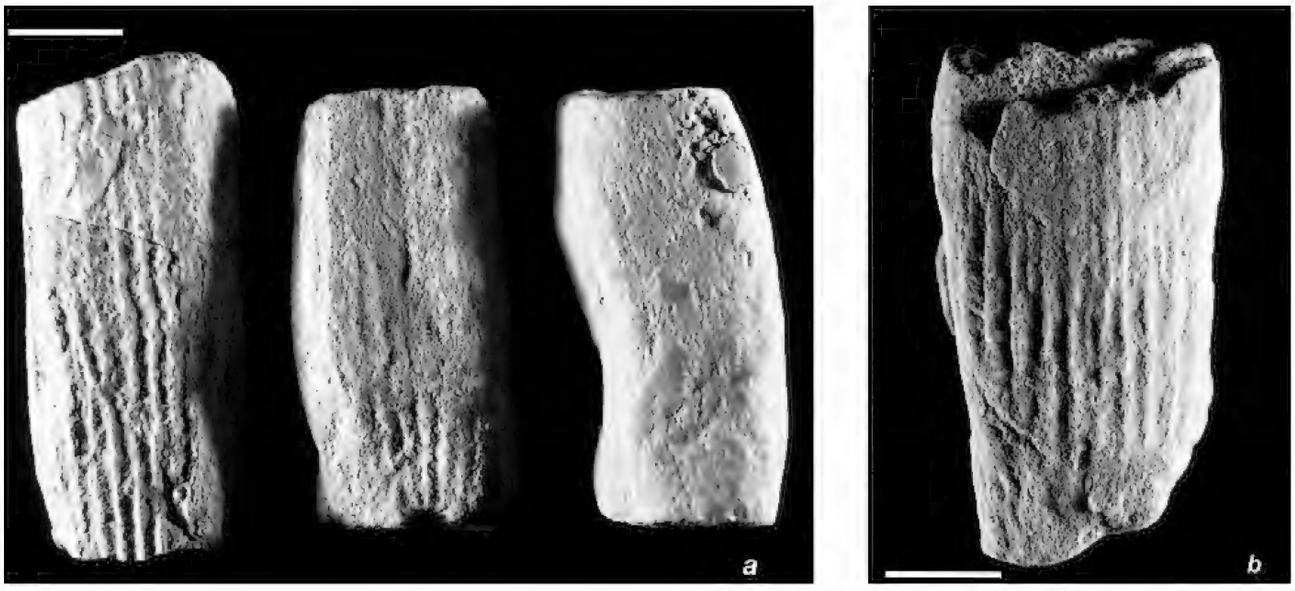


Fig.5- *Tricophycus* isp., MN 5522-I: (a) e (b), exemplares incompletos. Escalas = 1cm.

Tabela 1. Demonstração das medidas (em milímetros) dos exemplares de *Rusophycus polonica* (Seilacher, 1970).

EXEMPLAR	C	L	LE	LAE	CAE
MN 5524-Ia	35,42 (incompleto)	18,30	6,38	8,50	22,66 (incompleto)
MN 5524-Ib	31,28 (incompleto)	29,72 (incompleto)	9,64	11,72	41,72
MN 5524-Ic	40,04 (incompleto)	34,02	8,16	16,02	24,40 (incompleto)
MN 5524-Id	53,12	29,82	6,14	12,10	41,72

(C) comprimento, (L) largura, (LE) largura dos lobos endopodais, (LAE) largura da área central, (CAE) comprimento da área central.

Pseudoicnofóssil "*Guilielmites*"
(Fig.6a-b)

1983. "*Guilielmites*" FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5523-I (17 exemplares).

Descrição – Concreções discóides ou elipsóides, biconvexas, preservadas em folhelho cinza-escuro (às vezes bastante alterado), com duas faces distintas: a primeira apresentando a superfície às vezes brilhante, possuindo, em sua porção central, uma crista em formato de um platô subcircular, sendo observáveis leves estriações com disposição radial a partir da crista central em direção às bordas; e a segunda, que contém estriações mal-preservadas, observa-se a laminação do folhelho contornando a parte central do discóide. A espessura da porção central mede 55mm (média), a qual vai adelgaçando-se em direção às bordas. O diâmetro aproximado da crista central mede, em média, 15mm, sendo o diâmetro total do discóide em torno de 34mm (média).

Discussão – A estrutura acima descrita obteve na literatura várias interpretações sobre sua origem, como sendo frutas ou sementes de plantas, cones de coníferas, escavações de moluscos bivalves, estruturas diagenéticas e impressões de organismos de corpo mole. HÄNTZSCHEL (1975) fez referência a ALTEVOGT (1968) que descreveu "*Guilielmites*" como sendo o resultado de um processo especial ocorrido durante a sedimentação e a diagênese de um corpo de argila. No Brasil, foram corretamente interpretadas como concreções em folhelhos da Chapada dos Guimarães (ERICHSEN & LÖFGREN, 1940), enquanto que em sedimentos da Formação Vila Maria foram atribuídas a espécimens sem afinidade taxonômica indeterminada (POPP, BURJACK & ESTEVES, 1981).

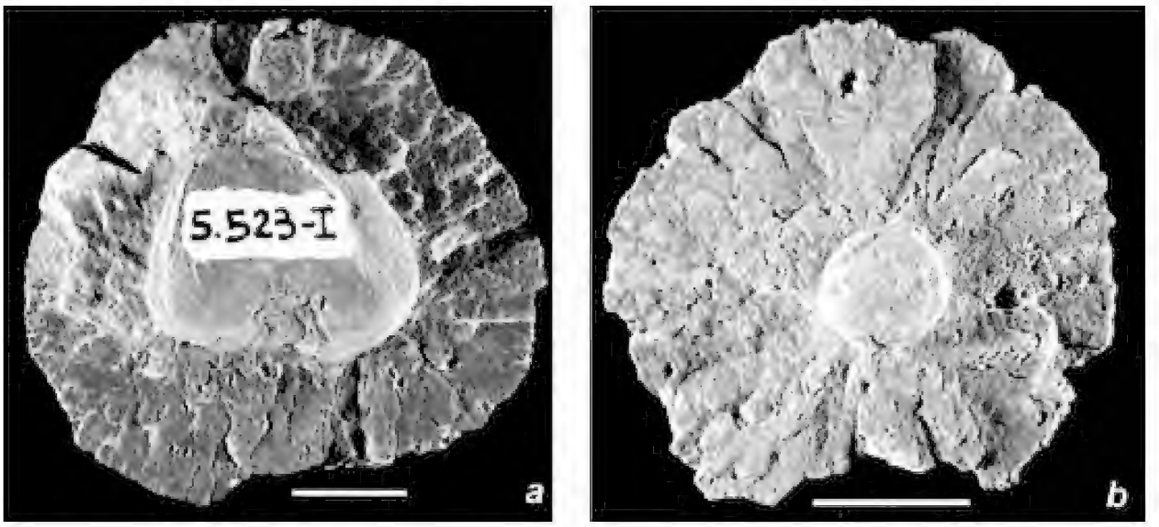


Fig.6- "*Guilielmites*": (a) e (b), exemplares MN 5523-I. Escalas = 1cm.

CONCLUSÕES

Como resultado dos estudos efetuados, concluiu-se que: (i) os exemplares de *Bifungites* não permitem sua identificação em nível de icnoespécie; (ii) o exemplar de ?*Neonereites* trata-se de um exemplar de *Nereites* cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899); (iii) os exemplares de *Rusophycus* podem ser classificados como representantes da icnoespécie *R. polonica* Seilacher, 1970; e, (iv) os exemplares identificados originalmente como *Cruziana* são, na realidade, representantes da primeira ocorrência do icnogênero *Trichophycus* no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTEVOGT, G., 1968. Das Problematikum Guilielmites Geinitz, 1858. Ein Deutungsversuch. **Neues Jahrbuch fur Geologie und Paleontologie, Abhandlungen**, Stuttgart, **132**:9-21.

BRITO, I.M., 1979. Estratigrafia da Bacia do Parnaíba. I - A seqüência sedimentar inferior. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **51**(4):695-727.

CONKIN, J.E. & CONKIN, B.M., 1968. *Scalarituba missouriensis* and its stratigraphic distribution. **The University of Kansas Paleontological Contributions**, Lawrence, **31**:1-71.

ERICHSEN, A.I. & LÖFGREN, A., 1940. Geologia de Goiaz a Cuiabá. **Boletim**. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro (102):1-34.

FERNANDES, A.C.S.; BORGHI, L.; CARVALHO, I.S. & ABREU, C.J., 2002. **Guia dos Icnofósseis de Invertebrados do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 260p.

FERREIRA, C.S. & FERNANDES, A.C.S., 1983. Notícias sobre alguns icnofósseis da Formação Pimenteira, Devoniano no Estado de Goiás. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **55**(1):140.

FILLION, D. & PICKERILL, R.K., 1990. Ichnology of the Upper Cambrin? to Lower Ordovic Bell Island and Wabana groups of eastern Newfoundland, Canada. **Palaeontographica Canadiana**, Toronto (7):1-119.

GÓES, A.M.O. & FEIJÓ, F.J., 1994. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, **8**(1):57-67.

HÄNTZSCHEL, W., 1975. Trace Fossils and Problematica. In: TEICHERT, C. (Ed.) **Treatise on Invertebrate Paleontology**. Kansas: Geological Society of America & University of Kansas, Boulder, Colorado & Lawrence. Part W, Miscellanea, Supplement 1, 269p.

MÁNGANO, M.G.; BUATOIS, L.A. & GUINEA, F.M., 2002. *Rusophycus moyensis* n.isp. em la transición cámbrica-tremadociana del noroeste argentino. Implicancias paleoambientales y bioestratigráficas. **Revista Brasileira de Paleontologia**, São Leopoldo, **4**:35-44.

OSGOOD JR., R.G., 1970. Trace fossils of the Cincinnati area. **Palaeontographica Americana**, Ithaca, **6**:277-444.

PICKERILL, R.K. & FILLION, D., 1984. Occurrence of *Rusophycus morgati* in Arenig strata of Bell Island, eastern Newfoundland. **Journal of Paleontology**, Tulsa, **58**(1):273-276.

POPP, M.T.B.; BURJACK, M.I.A. & ESTEVES, I.RF., 1981. Estudo preliminar sobre o conteúdo paleontológico da Formação Vila Maria (pré-Devoniano) da Bacia do Paraná. **Pesquisas**, Porto Alegre, **14**:169-180.

SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R. & ASMUS, H.E. (Coords.), 1984. **Geologia do Brasil**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral. 501p.

SEILACHER, A., 1960. Lebensspuren als Leitfosslien. **Geologische Rundschau**, Stuttgart, **49**:41-50.

SEILACHER, A., 1970. *Cruziana* stratigraphy of non-fossiliferous Palaeozoic sandstones. In: CRIMES, T.P. & HARPER, J.C. (Eds.) **Trace Fossils**. Liverpool: Seel House Press. 447-476p. (Geological Journal, Special Issue 3).

SEILACHER, A. & MEISCHNER, D., 1965. Fazie-Analyse im Palaozoikum des Oslo-Gabietes. **Geologische Rundschau**, Stuttgart, **54**:596-619.

UCHMAN, A., 1995. Taxonomy and palaeoecology of flysch trace fossils: The Marnoso-arenacea Formation and associated facies (Mioceno, Northern Apennines, Italy). **Beringeria**, Würzburg, **15**:1-115.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.3, p.293-307, jul./set.2004
ISSN 0365-4508

A NEW EUTELEOSTEAN FISH FROM THE LOWER CRETACEOUS OF TUCANO BASIN, NORTH-EASTERN BRAZIL [1]

(With 8 figures)

FRANCISCO J. DE FIGUEIREDO [2]

ABSTRACT: A new euteleostean fish, *Britoichthys marizalensis* gen. and sp.nov. is described from the Lower Cretaceous of Tucano basin, North-eastern Brazil, based on various almost complete and articulate specimens preserved in a yellowish siltstone yielded from Marizal Formation. This taxon is recognised by an unique combination of characters: an ethmoidean commissure on rostrodermethmoid bone; well-developed premaxilla with fang-like teeth; presence of a sinuous maxilla with oral border garnished of aligned conical teeth; massive mandible with straight oral border; reduced orbit bordered by large infraorbital bones; seven branchiostegals rays; three uroneurals, the first not extending forward beyond the preural centrum 1; ural centra not fused; membranous outgrowth (stegural) of first uroneural; leaf-like plates of bone associated with rudimentary neural arches of the first preural and ural vertebrae; non bifurcate epineurals, pattern 2 supraneurals, cycloid scales, and 36 vertebrae. The reduced number of vertebrae and branchiostegal rays, premaxilla shape, caudal endoskeleton pattern, simple epineurals, supraneural type, and the presence of a retroarticular in the corner of the lower jaw suggest affinities with euteleostean fishes. In so far as known, *Britoichthys* is unique in its combination of features and cannot be included in any known family.

Key-words: *Britoichthys marizalensis* gen. and sp.nov., Euteleostei, Lower Cretaceous, Tucano Basin.

RESUMO: Um novo peixe euteleósteo do Cretáceo Inferior da Bacia do Tucano, Nordeste do Brasil.

Um novo peixe euteleósteo, *Britoichthys marizalensis* gen. e sp.nov., é descrito do Cretáceo Inferior da Bacia do Tucano, Nordeste do Brasil, com base em espécimes praticamente completos e articulados preservados em um siltito amarelado produzido na Formação Marizal. Esse táxon é reconhecido por uma combinação única de caracteres: comissura etmoideana no rostrodermetmóide; pré-maxilar bem desenvolvido e com dentes agudos; presença de um maxilar sinuoso provido de dentes cônicos alinhados; mandíbula bem ossificada e com bordo oral reto; órbita reduzida e margeada de grandes ossos infraorbitais; sete raios branquiostégios; três uroneurais, o primeiro não se estendendo adiante além do primeiro centro preural; centros urais não fusionados; projeção membranosa (estegural) do primeiro uroneural; lâminas ósseas em forma de folha associadas com arcos neurais rudimentares dos primeiros centros pré-ural e ural; epineurais simples (não bifurcados); padrão tipo 2 de supraneurais; escamas ciclóides; e trinta e seis vértebras. O reduzido número de vértebras e raios branquiostégios, o formato do pré-maxilar, o padrão do endoesqueleto caudal, epineurais simples, o padrão de supraneural, e a presença de um retroarticular no canto da maxila inferior sugerem afinidades com peixes euteleósteos. Até onde se sabe, *Britoichthys* é único em sua combinação de caracteres e não pode ser incluído em qualquer família conhecida.

Palavras-chave: *Britoichthys marizalensis* gen. e sp.nov., Euteleostei, Cretáceo Inferior, Bacia do Tucano.

INTRODUCTION

The scientific knowledge about fishes from the Marizal Formation began with a series of studies done by the late paleontologist Rubens da Silva Santos (1918-1996). He pointed out the presence of Amiidae, Clupavidae, Macrosemiidae, Cladocyclidae, Chanidae, and Aspidorhynchidae for that stratigraphic unit (SANTOS, 1972, 1973, 1976, 1985 and 1990). Some fishes were described as new species. He assigned an Aptian age for the strata based on the occurrence of the chanid *Dastilbe elongatus* Santos, 1947, attempting for similarities on the taxonomic composition among Marizal, Marfim, and Muribeca formations. Taking into account that *Dastilbe elongatus* is also found in association with plants, insects, shrimps and ostracods at the Crato Member, from the Chapada

[1] Submitted on april 4, 2004. Accepted on June 28, 2004.
[2] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, IBRAG/DBAV. Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20.559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: fjfig@uerj.br.
Museu Nacional/UFRJ, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia). Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

do Araripe, he claimed a probable estuarine environment (SANTOS, 1972).

According to SANTOS (1972), taxa described from the Marizal Formation demonstrate having spatial and temporal correlation with certain fish species described from the Cretaceous of Gabon (see ARAMBOURG & SCHNEEGANS, 1935). Despite this, no detailed study dealing with systematics and biogeography of these species has been realised in order to evaluate his hypothesis critically.

Beyond the contributions of Silva Santos dealing with Marizal´s fishes, some sparse descriptions and new records of taxa have been made (TAVERNE, 1977; BRITO, 1997; ALCÂNTARA & FIGUEIREDO, 1999, 2000). In this context, the present paper describes a new teleost taxon, *Britoichthys marizalensis* gen. and sp.nov., by far the most abundant fish from the Marizal Formation at the Cicero Dantas locality, North-eastern Bahia. In addition, a discussion of its systematic position is presented.

GEOLOGICAL SETTING

The basins belonging to the Recôncavo-Tucano-Jatobá trend extends over an area of more than 46,500 square kilometers North-eastern Bahia State, septentrional Brazil. The Tucano basin, where the Marizal Formation is widely spread, stretches from the Irará-Ouriçangas region northwards, reaching the São Francisco river. This formation covers about 2/3 of the Recôncavo-Tucano-Jatobá basins, with a thickness of about 150m reaching 300m in the vicinities of Cícero Dantas, at the Central Tucano (BRITO, 1979). By contrast, it is less represented in the Recôncavo and Jatobá basins (SANTOS, 1972).

According to BRAZIL (1947) the Marizal Formation is defined on the basis of certain sandstones, conglomerate beds, clastics and some limestones above the Bahia Group. Revised studies of the Marizal Formation (VIANA *et al.*, 1971) divided it into three members: a lower one, composed of fine clastics, sandstones and conglomerates of quartzite and gneiss; an intermediary, including mainly shales, siltstones and fine sandstones, with slender layers of limestone; and an upper member composed of siltstones and sandstones, and rarely gypsum.

Some authors (BRAUN, 1966; MAISEY, 2000), agreeing with SANTOS (1972), pointed out a correlation of Marizal Formation with part of Muribeca Formation of the Sergipe-Alagoas Basin based on geological and paleontological data.

Most common fossils in the assemblage of Marizal Formation are plants (BARBOSA, 1950), decapod shrimps (ROXO, 1940; BEURLEN, 1950), ostracods and palynomorphs (BRITO, 1979; ARAI, HASHIMOTO & UESUGUI, 1989), and fishes.

MATERIAL AND METHODS

The taxon herein described is based on various nearly complete articulated specimens of small size. Because no incomplete ossification of bones is observed on the skeletons, it is assumed that the specimens are all adults.

The fossil fish material belongs to the paleontological collections of the Departamento Nacional de Produção Mineral and Universidade do Estado do Rio de Janeiro, and is referred in this paper by the institutional abbreviations DGM and Pz.DBAV.UERJ respectively, followed by the register number. Most of material was obtained in Cícero Dantas by the geologist José Lino de Melo Junior in the late 1930's and Rubens da Silva Santos in the 1940's (SANTOS, 1990).

All fossils are preserved in a yellowish siltstone. Most of the bones are represented in the matrix by a slight reddish imprint and some specimens show slightly a crushed or broken skeleton. Occasionally, there are distorted specimens in the same bedding planes suggesting a probable lentic taphonomic environment. In addition, various specimens are complete and articulated, suggesting few or null action of scavengers.

Ethyl acetate was dropped on the surface of the fossils to enhance skeletal structures. The drawings of specimens were made using Nikon SMZ 800 stereomicroscope with camera lucida attachment.

Anatomical abbreviations – (r) and (l) are used before anatomical terms indicating right and left side, respectively: (AA) anguloarticular; (alv.p.) alveolar process of premaxilla; (ACH) anterior ceratohyal; (a.fo.) anterior fontanel; (ANT) antorbital; (ar.pr.PMX) articular process of premaxilla; (a.pr.PMX) ascending process of premaxilla; (ASPH) autosphenotic; (BRR) branchiostegal rays; (CL) cleithrum, (CO) coracoid; (CPU) preural centrum; (D) dentary; (DSPH) dermosphenotic; (ECPT) ectopterygoid; (ENPT) endopterygoid; (EP) epural; (EPN) epineural; (EPO) epioccipital; (ep.c.) epiphyseal sensory canal; (ethm.c.) ethmoideal commissure; (EXS) extrascapular; (FR) frontal; (f.r.) fin ray; (H) hypural; (HD) dorsal hypohyal; (HM) hyomandibula; (HV) ventral hypohyal; (h.sp.)

hemal spine; (IO) infraorbital; (io.c.) infraorbital canal; (IOP) interoperculum; (LA) lachrymal; (LET) lateral ethmoid; (md.c.) mandibular canal; (MPT) metapterygoid; (MX) maxilla; (NA) nasal; (n.a.) neural arch; (NS) neural spine; (OP) operculum; (op.pr.HM) opercular process of hyomandibula; (PA) parietal, (pa.c.) parietal canal; (PAS) parasphenoid; (PCH) posterior ceratohyal; (PCL) postcleithrum; (p.fo.) posterior fontanel; (PH) parhypural; (PMX) premaxilla; (POP) preoperculum; (pop.c.) preopercular canal; (PTM) post-temporal; (PTO) pterotic; (PU) preural centrum; (Q) quadrate; (rad) radial; (RAR) retroarticular; (RBR) branchiostegal rays; (rad) radial bone; (RETM) rostrodermethmoid; (S) sympletic; (SCL) supracleithrum; (scl.b.) sclerotic bone; (SMX) supramaxilla; (SN) supraneural; (SCA) scapula; (SCL) supracleithrum; (SOC) supraoccipital; (SOP) suboperculum; (SORB) supraorbital; (sorb.c.) supraorbital sensory canal; (ST) stegural; (t) teeth; (U) ural centrum; (UN) uroneural; (V) vertebra.

SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

TELEOSTEI Müller, 1844

CLUPEOCEPHALA Patterson & Rosen, 1977

EUTELEOSTEI Greenwood *et al.*, 1967

Family indeterminate

Britoichthys gen.nov.

Type (and only) species – *Britoichthys marizalensis* sp.nov.

Etymology – In honour of the late geologist Ignácio Aureliano Machado Brito (1938-2001) for remarkable contributions for the Brazilian paleontology; plus the Greek word, *ichthys*, a fish.

Diagnosis – A small and elongated fish reaching about 100mm in total length exhibiting the following combination of features: head length contained four times within the total length; small orbit bordered with large circumorbital plates; maximum body depth contained seven times within the total length; dermal skull bones smooth; ethmoideal commissure on a sagitate rostrodermoethmoid bone; supraorbital sensory canal lying superficially enclosed in bony tube and showing tripartite pattern posteriorly; parietal bones in contact medially; two fontanels on the skull roof; long supraorbital bone; sinuous maxilla with oral border garnished with aligned series of conical teeth; fang-like dentition on the oral border of a premaxilla; premaxilla with well-developed ascending and articular processes and produced alveolar process under maxilla; two supramaxillaries; massive lower jaw with high coronoid process; dentary deep with oral border straight; retroarticular excluded from the articular surface; parasphenoid, endopterygoid and ectopterygoid toothless; vertical branch of preoperculum slightly larger than the horizontal branch and with accentuate convex ventral border; very reduced tubules of preopercular sensory canal; long and drop-like post-temporal; homocercal caudal fin deeply forked; six hypurals; three uroneurals, the first non extending forward after first preural centrum; ural centra autogenous; two epurals; membranous outgrowth (stegural) on first uroneural; leaf-like plate of bone associated with rudimentary neural arch on first preural and ural centra; overlapping cycloid scales with marked concentric circuli not extending onto skull or fins; pattern 2 supraneural; simple epineural ribs; seven branchiostegals rays and 36 vertebrae.

Britoichthys marizalensis, sp.nov.
(Figs.1-8)

Etymology – After Marizal Formation where the fish fossil was yielded.

Diagnosis – as for the genus (by monotypy).

Holotype – DGM 466-P, a well preserved and complete fish.

Referred material – DGM 465, anterior half of fish showing suspensorium and mandibles; DGM 467, mandible; DGM 536, almost complete fish lacking most of skull; DGM 539, nearly complete fish wanting caudal fin rays; DGM 540, nearly complete fish; DGM 541, fish lacking part of skull and tail; DGM 542, nearly complete fish lacking rays of caudal fin; DGM 543, fish lacking tail; DGM 1024, fish lacking tail; DGM 1027, skull and part of trunk; Pz.DBAV.UERJ 414, complete and twisted fish; Pz.DBAV-UERJ 415, skull roof.

Meristic data – 36 vertebrae (18 abdominal); D i,12; P 15 -16; V 10; A i,10; C x, I, 9, 8, I, ?vi.

Stratigraphy – Siltstones from the Marizal Formation outcropping at the locality of Quatis farm, highway Cícero Dantas-Jeremoabo (BR110), city of Cícero Dantas (10°35'30"S 38°21'40"W), State of Bahia (see SANTOS, 1972, 1990). The

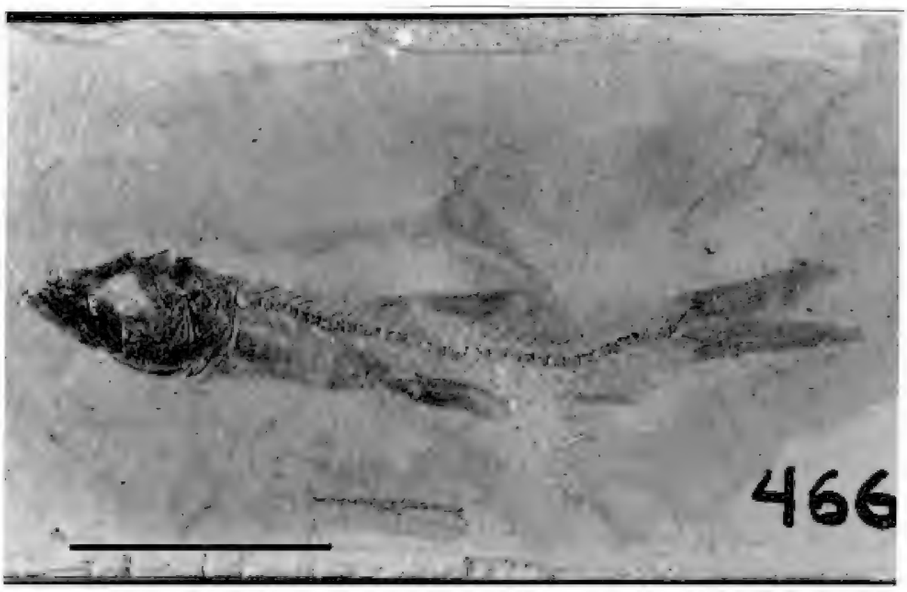
Aptian age is sustained by ARAI, HASHIMOTO & UESUGUI (1989) and CAIXETA *et al.* (1994).

Paleoecology – *Britoichthys marizalensis* gen. *et* sp.nov. was a probable shoaling fish since various individuals are frequently occurring on the same bedding plane. It is probably associated with shrimp assemblage since in some individuals there are faint imprints of shrimps in the region corresponding to the digestive tract.

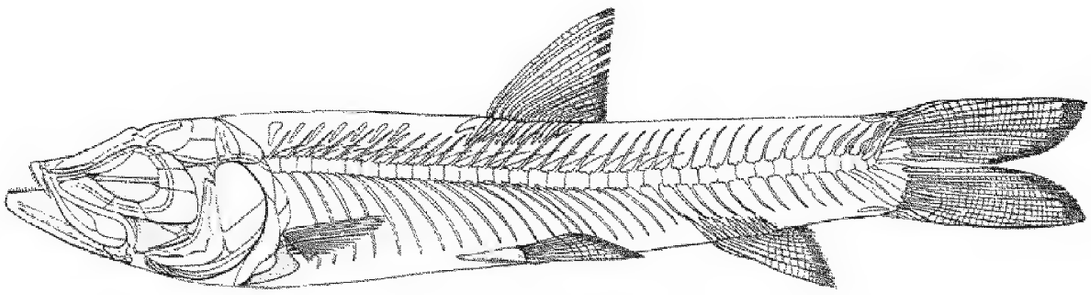
ANATOMICAL DESCRIPTION

Britoichthys marizalensis gen. and sp.nov. is an elongated fish with a relatively large head (roughly *Esox*-shaped) whose maximum depth is of about 2/3 head length (Fig.1). The bones of the dermocranium are mainly flat and smooth, devoid of ornamentation. The sensory canals when present are totally enclosed in dilated bony tubes. The body may have been laterally compressed, since all the specimens are preserved in lateral view. The mouth is large and terminal and the orbit is relatively short. The dorsal fin is deep with a short base and it is placed at the midpoint of the back. The pelvic fin is located slightly behind the origin of the dorsal fin. The origin of the short anal fin is in the midpoint between pelvic and caudal fins. The caudal fin is homocercal forked type. A tentative reconstruction of the fish based mainly on the holotype is shown (Fig.2) and measures of most complete and well-preserved specimens are shown in the table1.

1



2



Britoichthys marizalensis gen. and sp.nov.: fig.1- holotype DGM 466-P (scale bar = 0.5cm); fig.2- restoration of whole skeleton, scales omitted.

Table 1. Measurements in milimetres of specimens of *Britoichthys marizalensis* gen. and sp.nov.

NUMBER DGM	TOTAL LENGTH	STANDARD LENGTH	HEAD LENGTH	TRUNC DEPTH	PREDORSAL LENGTH	PREPELVIC LENGTH	PREANAL LENGTH
466	36.69	29.53	8.99	4.66	16.14	16.47	24.97
536	*100.00	*74.00	*24.00	15.41	*40.00	*43.50	*62.00
539	*48.50	42.47	12.54	8.77	20.13	23.60	32.42
540	42.16	33.31	10.52	7.43	8.98	8.99	18.49
541	?	?	*11.00	8.56	*20.00	*22.50	*29.90
542	?	*36.90	*11.00	7.60	20.21	20.72	26.71
543	?	?	12.00	8.27	22.35	24.89	?

(*) indicates estimate measurement on incomplete specimen.

Britoichthys gen.nov. possesses a sagitate rostro dermoethmoid (Figs.3-5, RETM) showing a conspicuous transverse tubular dilation of ethmoideal commissure. There are minute pores associated with the commissure. From each side of the bone there is a very reduced and round lateral process. No isolate mesethmoid is visible.

The nasal (Figs.3-4, NA) is a slender and elongate bone partially lying on the anterior end of the frontal and partially on the lateral margin of rostrodermoethmoid behind the lateral process. The bone is mainly reduced to its neurodermal component.

The lateral ethmoid (Fig.4, LET) is typically placed at the anterior limit of the orbitotemporal region. It is slightly arched and reduced to a flimsy perichondral lamina not extending below the level of parasphenoid.

The frontal (Figs.3-5, FR) is the largest bone of the skull roof. It is narrow above the orbit and laterally expanded in the posterior third. The frontal meets the parietal posteriorly via an oblique contact zone. Posterolaterally, each bone meets the pterotic through a gently sinuous joint. There is a fusiform anterior fontanel (Fig.5, a.fo.) separating medially the anterior part of frontals and immediately behind the orbit region, there is an oval posterior fontanel (Fig.5, p.fo.).

The main supraorbital sensory canal (Fig.3, sorb.c.) runs centrally throughout a conspicuous bony tube on the surface of the bone. Above the posterior part of the orbit the canal runs towards the autosphenotic. It gives off two branches, one short and medial corresponding to the epiphyseal canal (Fig.3, ep.c.) and other corresponding to a long parietal canal (Figs.3, pa.c.) that does not reach the parietal bone.

The parietal (Figs.3-5, PA) is a moderately trapezoidal bone that contacts its antimere medially. Pit-lines, commissures and sensory canal are lacking.

The autosphenotic (Fig.4, ASPH) is a short triangular bone placed on the posterodorsal corner of the orbit. It seems to contribute for a shallow dilatator fossa and a reduced oblique facet for anterior head of hyomandibula. Laterally, there is a short spine-like process for the attachment of the dermosphenotic bone.

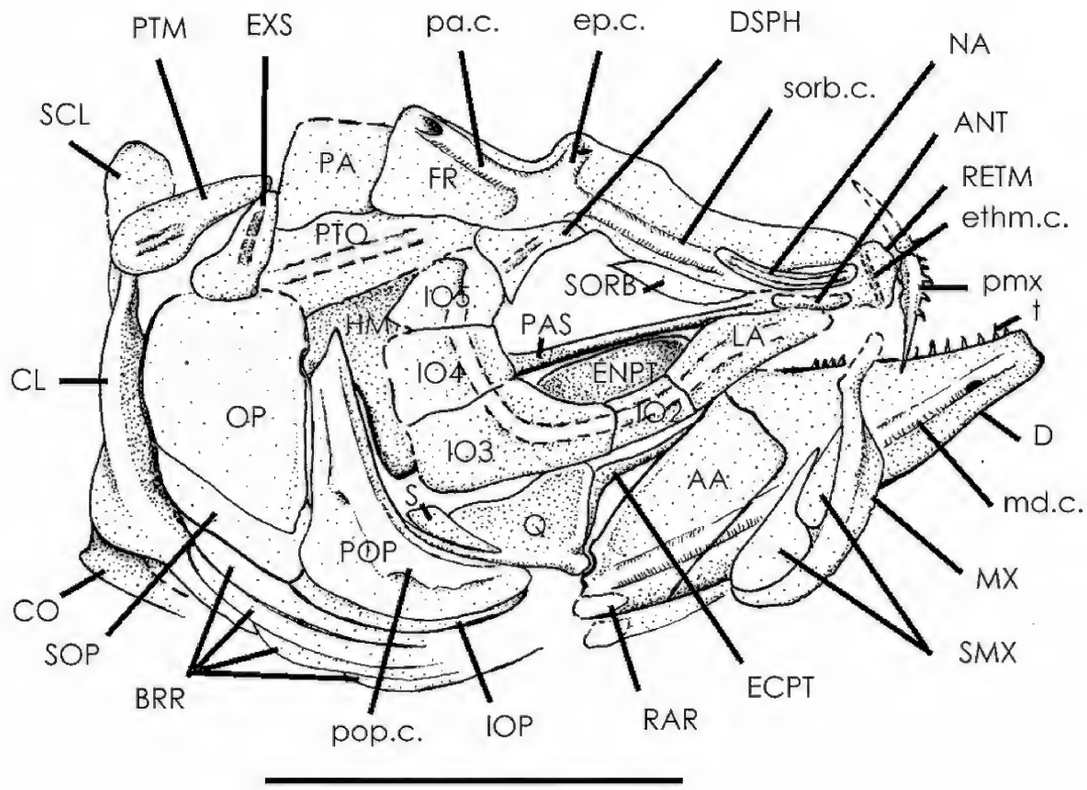
The pterotic (Figs.3-5, PTO) is a roughly L-shaped bone in dorsal view. Anteriorly it is sutured to the autosphenotic. It meets the frontal anteromedially and the parietal postero-medially. The pterotic occupies the postero-lateral border of neurocranium, bearing a bony tube for the otic sensory canal close to its lateral margin. Posteriorly, the bone is prolonged in a short spine-like process. There is no evidence of a *recessus lateralis* or a temporal fenestra.

In DGM 542-P there is an imprint of orbitosphenoid (Fig.4, ORPH) showing a reduced anterior process and short opening to cranial cavity. Posteriorly, it is followed by an imprint of a short pterosphenoid (Fig.4, PTS) forming with it the posterior limit of orbit. From basisphenoid (Fig.4, BSPH) is visible only a faint imprint of a slender vertical lamina (belophragme) projecting forwards in the posteroventral corner of the orbit.

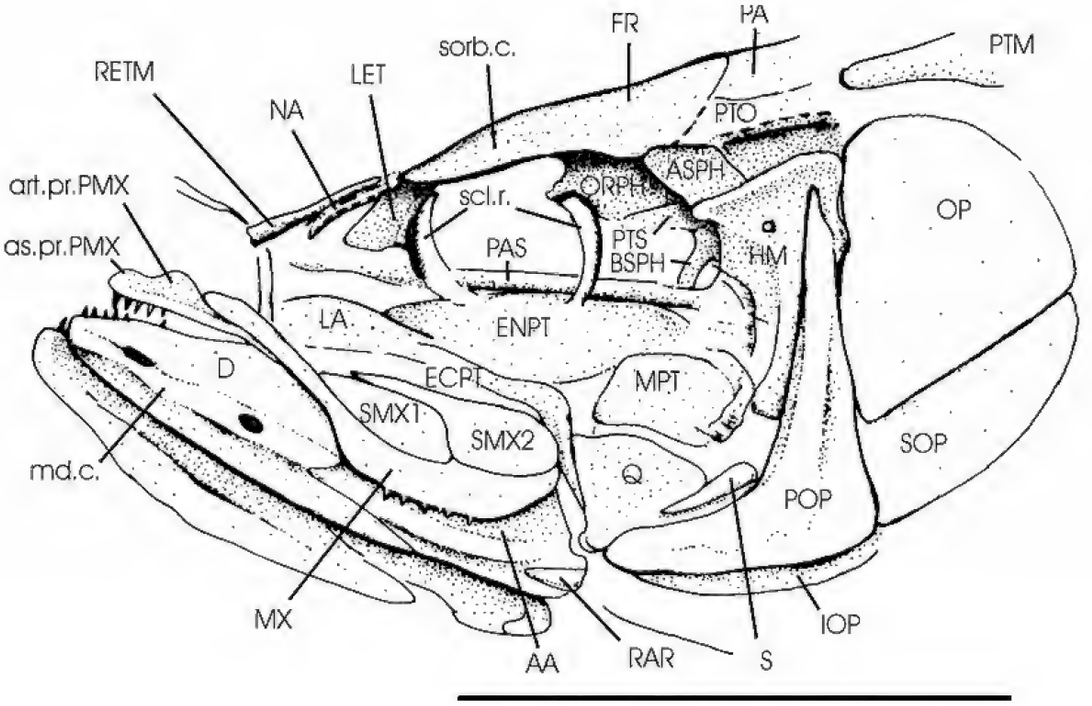
The parasphenoid (Figs.3-4, PAS) is visible as a straight shaft of bone below the orbit. It seems to be entirely toothless and finishes at the level of the lateral ethmoid. The ascending process appears to be reduced and blunt.

The circumorbital series is compound of a single supraorbital, a single antorbital and six thin and large infraorbital plates covering most of the cheek. The infraorbital sensory canal is totally enclosed in tubular dilation but no exit for sensory tubules on surface were observed.

3



4



Britoichthys marizalensis gen. and sp.nov.: fig.3- skull as preserved in Pz.DBAV.UERJ 414, right lateral view; fig.4- skull as preserved in DGM 543-P, left lateral view. Scale bars = 0.5cm.

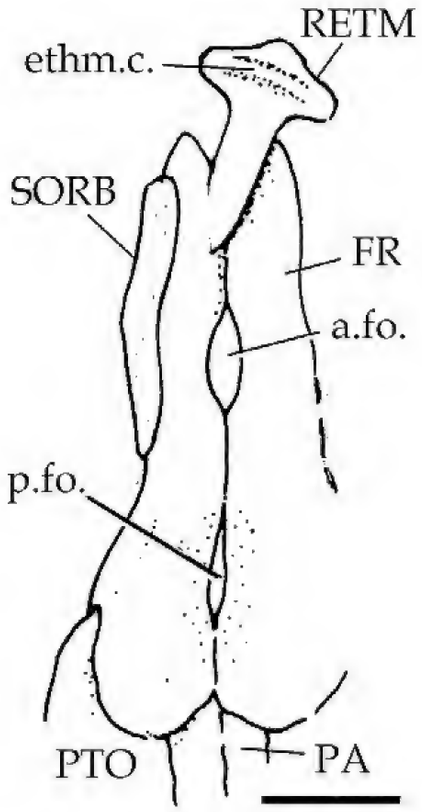


Fig.5- *Britoichthys marizalensis* gen. and sp.nov.: dorsal view of the cranial roof as preserved in the Pz.DBAV-UERJ 415. Scale bar = 0.25cm.

The supraorbital is a long and lanceolate anamestic bone obliquely located at the anterodorsal limit of orbitotemporal region (Figs.3, 5, SORB). It meets the anterior portion of frontal medially.

The lachrymal (Figs.3-4, LA) is a large trapezoidal bone. It is tightly jointed with the antorbital bone along its dorsal border. Posteriorly, it meets the shallow and subrectangular second infraorbital (Figs.3, IO 2). The third infraorbital bone (Figs.3, IO 3) is the largest of the set. It is trapezoid and partially covers the dorsal surface of quadrate and sympletic in the posteroventral corner of the cheek.

The fourth infraorbital (Fig.3, IO 4) is squarish and smaller than the third. It covers the region occupied by hyomandibula and metapterygoid. The fifth is slender and long (Fig.3, IO 5). The dermosphenotic (Fig.3, DSPH) is short and triangular. It covers the reduced *dilatator fossa* and bears a short bifurcation of infraorbital sensory canal.

The antorbital (Fig.3, ANT) is an arched club-shaped bone practically reduced to its neurodermal component. It forms the lateral border of the olfactory region.

Two separated and curved skeletal structures bordering the orbit in the DGM 542-P are interpreted as remains of the sclerotic ring (Fig.4, scl.r.).

The bones forming the oral border are well-preserved and garnished at most part of length of a single row of teeth. The premaxilla (Fig.3, PMX) is roughly triangular in lateral view. It shows rounded ascending (Fig.4, as.pr.PMX) and articular processes (Fig.4, art.pr.PMX). The alveolar process, bearing curved laniariform teeth, is relatively long and placed under maxilla as in *Ginsbourgia operta* (Patterson, 1970).

The maxilla (Figs.3-4, MX) is a large, sinuous and long bone. Its proximal portion is narrow finishing in a short articular head. Posteriorly, it is spatulate and arched covering a great part of lateral border of lower jaw, but not reaching the quadrate. The teeth are conical and spaced, and they are smaller than that of premaxilla.

There are two supramaxillae (Figs.3-4, 6, SMX). The anterior supramaxilla is a spindle-shaped bone whereas the posterior one is drop-shaped, showing a prominent anterior spine-like process overlapping the dorsal border of the first.

From lower jaw, dentary, anguloarticular and retroarticular bones were preserved. The dentary (Figs.3-4, 6, D) is a massive V-inverted shaped bone bearing a deep and long coronoid process. The symphysis region is low, smooth and without indentation. Large and curved caniniform teeth (Figs.3-4, t) are present along the oral border. A large mandibular sensory canal (Figs.3-4, md.c.) crosses the bone in a straight line longitudinally near ventral border. A reduced triangular retroarticular (Figs.3-4, RAR) is placed on the posterior corner of the lower jaw. The anguloarticular (Figs.3-4, 6, AA) is a massive triangular bone, with a well developed coronoid process. It possesses a wide articular surface for the quadrate bone. The mandibular sensory canal runs in a straight line along the ventral border of the bone.

From the hyobranchial apparatus only dorsal and ventral hypohyals, anterior and posterior ceratohyals, and some isolated faint imprints of branchial arches are visible. The dorsal and ventral hypohyals (Fig.6, DH and VH) are nodular bones of equal size. The anterior ceratohyal (Fig.6, ACH) is hour-glass shaped and elongate. A long, narrow, and arched groove for hyoidean artery crosses the bone near the dorsal margin. There are, at least, four long and falcate branchiostegal rays lodged externally on shallow foveae. The posterior ceratohyal (Fig.6, PCH) is a

triangular bone. It meets the anterior ceratohyal probably through a straight line of cartilage. There are three well developed and falcate branchiostegal rays with capitate proximal end (Figs.3, 6, BRR). The first two are more slender and the last is the thickest. They are also housed in shallow foveae on surface of the bone.

There is none evidence of gular plate. The quadrate (Figs.3-4, 6, Q) is a triangular bone with a slightly convex dorsal border. It bears a deep posterior notch on its posterior margin lodging a well-developed club-like sympletic (Figs.3-4, 6, S). The medial and lateral condyles of the quadrate are well-developed, slightly inclined forwards, and are located somewhat in front of the posterior end of orbit. The posteroventral process of the quadrate is slender and slightly arched. The hyomandibula (Figs.3-4, 6, HM) is a large and quadriform bone. Its ventral process is reduced and the opercular process (Fig.6, op.pr.HM) is rounded and short. Anteriorly, hyomandibula produces a large laminate outgrowth meeting the endopterygoid and metapterygoid bones.

The ectopterygoid (Figs.3-4, 6, ECPT) is an edentulous boomerang-shaped bone meeting the quadrate posteriorly and the endopterygoid dorsally. It has a shallow lateral crest along its length. The metapterygoid (Figs.4, 6, MPT) is a small squarish bone located among the hyomandibula, quadrate, and endopterygoid. There is no evidence of fenestra with margins of these bones. The toothless endopterygoid (Figs.3-4, 6, ENPT) is a large elliptical bone. There are no teeth on its oral border. In front of the endopterygoid there is a short rod-like palatine (Fig.6, PAL).

The preoperculum (Figs.3-4, 6, POP) is L-shaped. The vertical and horizontal arms are approximately equal. The ventral border of this bone is moderately

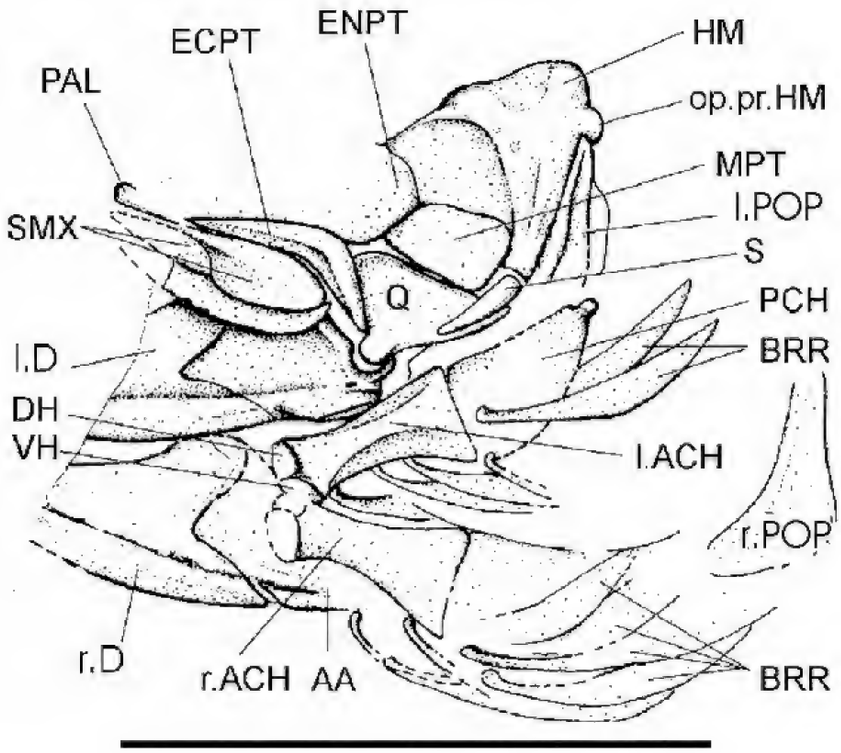


Fig.6- *Britoichthys marizalensis* gen. and sp.nov.: suspensorium, mandible, hyoidean series and opercular apparatus as preserved in the DGM 465-P. Scale bar = 0.5cm.

convex. The preopecular sensory canal pierces the bone near its anterior border and produces of about four to five atrophic tubules which do not reach the border of bone. The operculum (Figs.3-4, OP) is a large laminate bone, roughtly trapezoidal, with a rounded dorsal border and a straight ventral border. The operculum is of about five times deeper than the suboperculum. It is not as large and ovoid as in *Dastilbe* Jordan, 1910, but it is not as short as in *Clupavus brasiliensis* Santos, 1985. The suboperculum (Figs.3-4, SOP) is a large and falcate bone, with a short ascending process. The interoperculum (Figs.3-4, IOP) is a flimsy and long triangular bone often hidden in specimens by the ventral border of the preoperculum.

From the shoulder girdle the following elements have been identified: coracoid, scapula, cleithrum, supracleithrum, postcleithra, posttemporal and extrascapular.

The coracoid (Fig.3, CO) is a falcate and laminate bone. The anterior process is elongated and narrow and projects towards the ventral process of the cleithrum, but not reaching it. Posteriorly, it is large and expanded. The scapula (Fig.7A, SCA) is a reduced, massive and triangular bone placed on the posterodorsal corner of the coracoid. A reduced scapular foramen is present. It is not possible to determine the presence of a mesocoracoid arch. Due to the poorly preservation in all specimens, only imprints of short club-shaped radials (Fig.7A, rad) are observed. There are at least two (probably four) radials below the first ray. The lowermost radial is the largest. Considering the proximal dilation, the anteriormost lepidotrichum (Fig.7A, f.r.) is typically fused with a stout propterygium. It also appears to bear a dorsal splint. The position of the pectoral fin is relatively high on the flank but the base is horizontally positioned. The pectoral fin is composed of 15-16 segmented and distally branched fin-rays. There is no axilary scale.

The cleithrum (Figs.3, 7A, CL) is a roughly sigmoid bone. The bone is flimsy and its outer surface is smooth. The horizontal arm projects obliquely forwards slightly surpassing the limit of the anterior border of the suboperculum. It equals the length of horizontal arm of the preoperculum. The vertical arm is smaller and shows a reduced dorsal spine-like process. The lateral lamina is reduced through the lateral border of bone. There are two postcleithra behind the vertical arm. The upper one is a triangular and scaly bone whereas the lower one produces a spine-like process that extends ventrally and medially behind the pectoral fin base. The supracleithrum (Fig.3, SCL) is a triangular and scaly bone lying oblique and laterally on the spine-like process of the cleithrum. The lateral line canal crosses obliquely the bone on its upper third. The post-temporal (Figs.3-4, PTM) is a large and drop-shaped bone in lateral view. The dorsal process is slightly arched and very prominent. The posterior portion of the bone is ovoid and laminate. It is pierced longitudinally by a short post-temporal branch of the sensory canal. The extrascapular (Fig.3, EXS) is a single large and triangular bone bearing the transverse supratemporal commissure.

The pelvic fin is similar to that of generalised salmonoids (see NORDEN, 1961). It is supported by an elongate and roughly L-shaped pelvic bone. Each pelvic bone is laminate, well ossified, and strengthened by a moderate longitudinal keel. The anterior end (pubic process) is spatulate and the posterior third bears lateral protuberances to support fin rays. The stout median process meets its fellow through a sinuous suture. The ischiadic process is acute and reduced. The fin is well developed and formed by ten rays. They are only segmented in the distal third and the end of each fin ray is branched. There is a comma-like pelvic splint, not fused with the reduced lateral process of pelvic bone.

Each vertebra is as high as long and lacks ornamentation. The anteriormost vertebrae bear simple epineurals apparently fused (Fig.7B, EPN) with the basis of neural arches. Epipleural ribs are absent. There are no autogenous vertebrae (except for that of ural centra). The articular processes are digitate and very reduced. The neural and hemal spines are very slender and long. The neural spines of the anteriormost abdominal vertebrae (Fig.7B, NS) are distally bifurcate, a similar condition verified in the salmonoid *Thymallus arcticus arcticus* (Pallas, 1776) (see NORDEN, 1961) and other euteleosts. Only vertebrae near the caudal complex bear well-developed neural and haemal lamina.

There are seven long and comma-like supraneurals in the predorsal region. The first is larger than other of the set. The pattern corresponds to the type 2 described by JOHNSON & PATTERSON (1996).

The dorsal fin originates at the level of fourteenth abdominal vertebra, at the mid-point between the posterior border of the skull and the origin of the caudal fin. This fin is composed of 13 rays, the first being accessory and the others long,

segmented and distally ramified rays. There are 12 pterygiophores supporting fin-rays. The anteriormost is the largest and falcate. It is ventrally notched while the others are reduced and slender.

The small anal fin is located at the midpoint between the origin of the pelvic and caudal fins, at the level of the thirteenth caudal vertebra. There is one accessory ray and ten distally branched. The endoskeleton support is composed of eight slender and thin proximal radials.

The caudal skeleton shows six autogenous hypurals, two epurals and three uroneurals. The first preural centrum possesses a reduced neural arch and spine, with anterior and posterior laminate outgrowth. The second preural centrum bears long neural and hemal spines edged with anterior laminate outgrowth. The first uroneural (Fig.8, UN 1) is slightly curved and does not extend forward beyond first preural centrum. Apparently it is fused with a dorsal outgrowth of first ural centrum. There is a shallow laminar outgrowth of the first uroneural (stegural). The second uroneural (Fig.8, UN 2) is straight and its proximal end finishes at the second ural centrum. The last uroneural (Fig.8, UN3) is shorter than other two. The first ural centrum supports the first and second autogenous hypurals. These are of equal size and are separated proximally by a large hypural foramen. The parhypural (Fig.8, PH) is fused with the centrum and shows no hypurapophysis. There are ten dorsal (eight are simple and two segmented) and at least 6 ventral procurrent rays (two largest ones are segmented). There are 10 dorsal principal rays above the diastema and 9 ventral principal rays below. No caudal scute is visible. There are two slender and slightly inclined epurals (Fig.8, EP). The first and second hypurals (Fig.8, H) are attached at the first ural centrum whereas the hypurals 3, 4, 5 and 6 are free from ural centra.

The scales are large and cycloid and do not present any crenulate or ornament border. No radii are visible. Only slight concentric circuli are observed on surface. The scales do not cover the median fins, cheek, and opercular series. The lateral line scales are pierced by a simple median tube.

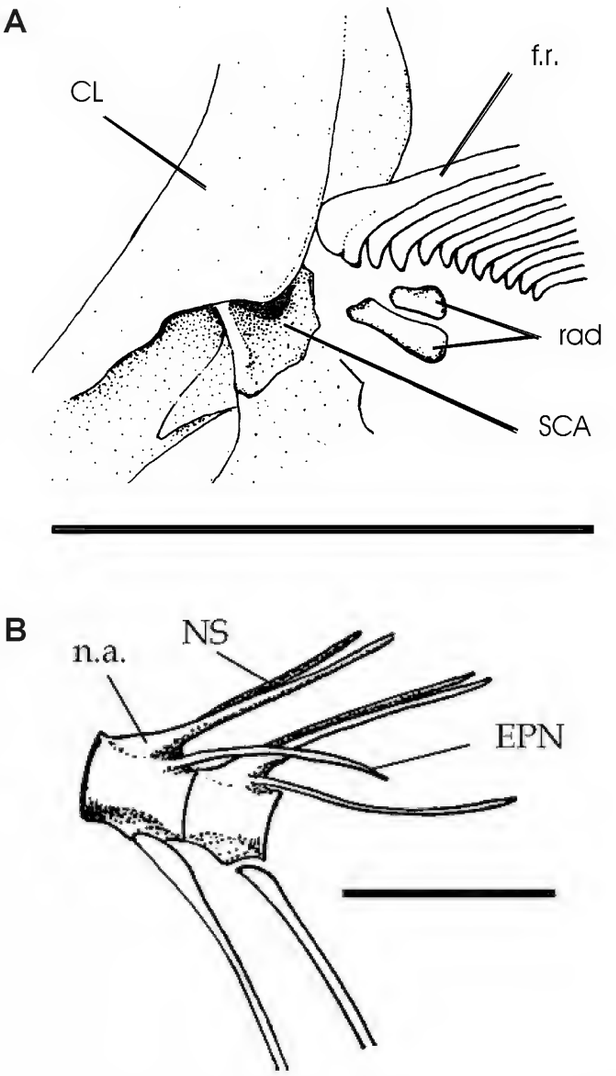


Fig.7- *Britoichthys marizalensis* gen. and sp.nov.: (A) pectoral girdle of DGM 466-P (scale bar = 0.2cm); (B) first abdominal vertebrae as preserved in 543-P, left lateral view (scale bar = 0.25cm).

DISCUSSION

Britoichthys gen.nov. as an euteleostean fish.

Britoichthys gen.nov. shows features found in many primitive teleostean groups (*e.g.*, ethmoideal commissural canal, lateral process of rostro dermethmoid, tripartite sensory canal pattern on skull roof, number and shape of infraorbitals, ural and preural centra not fused in the caudal endoskeleton). A delimited retroarticular in the corner of mandible and absence of rostral bones exclude the taxon of the Elopomorpha. The absence of ventral and dorsal scutes in the abdominal region and the caudal endoskeleton pattern exclude it from Clupeomorpha. *Britoichthys* gen.nov. also lacks apomorphies shared by osteoglossomorphs (*e.g.*, primary bite between dentigerous parasphenoid, palatine bones and tongue; 18 or fewer principal caudal fin rays; absence of supramaxilla; absence of supraorbital; see GUO-QING & WILSON, 1996). A reduced number of branchiostegal

rays and vertebrae, shape of premaxilla, and caudal endoskeleton are derived features verified in *Briotichthys* gen.nov. suggesting affinities with euteleostean fishes. But the current definition of Euteleostei is far from satisfactory (ARRATIA, 1997, 1999; FIELITZ, 2002; JOHNSON & PATTERSON, 1996; LAUDER & LIEM, 1983; PATTERSON & ROSEN, 1977; ROSEN, 1973).

BEGLE (1992) points out that Euteleostei is defined by the apomorphic presence of a toothed alveolar process under maxilla. *Britoichthys* gen.nov. exhibits this condition. However, skeletal apomorphies mainly from the hyobranchial apparatus proposed by him for inclusive clades are inaccessible in the specimens examined.

JOHNSON & PATTERSON (1996) listed three characters defining Euteleostei: (a) presence of stegural; (b) pattern 2 supraneurals, and (3) presence of caudal median cartilages. Concerning these features, *Britoichthys* gen.nov. exhibits two of them (*i.e.*, an anterior membranous outgrow to the first uroneural, herein interpreted as a stegural, and pattern 2 supraneurals).

ARRATIA (1997) defines Euteleostei as "clupeocephalans in which primitively the parhypural is laterally non-fused to its autocentrum, the neural spine of preural centrum 1 is absent; the neural arch is atrophic or absent; and a stegural is present". Regarding Arratia's definition, the caudal skeleton of *Britoichthys* is advanced in relation to basal euteleostean fishes. It obeys a general pattern of primitive argentinoid fishes where there are a spine of second preural centrum entirely developed, two epurals, tree uroneurals, six hypurals and large laminar outgrowth associated with neural arch of second preural and rudimentary first preural centra (*e.g.*, *Argentina silus* (Ascanius, 1775), see GOSLINE, 1960; PATTERSON 1970). BEGLE (1992) pointed out that one synapomorphy for the Argentinoidei is the presence of "large, leaf-like plates of bone (supraneural laminae) associated with rudimentary neural arches on PU1 and U1". *Britoichthys* gen.nov. exhibits this feature. However, it differs from the argentinoids primitively by the presence of separated ural and first preural centra. Unfortunately, other apomorphies defining the clade are also inaccessible [*e.g.*, greatly elongated distal basihyal with specialized dentition, see BEGLE (1992)].

PATTERSON & JOHNSON (1995) pointed out salmoniform fishes having epipleural and epineural

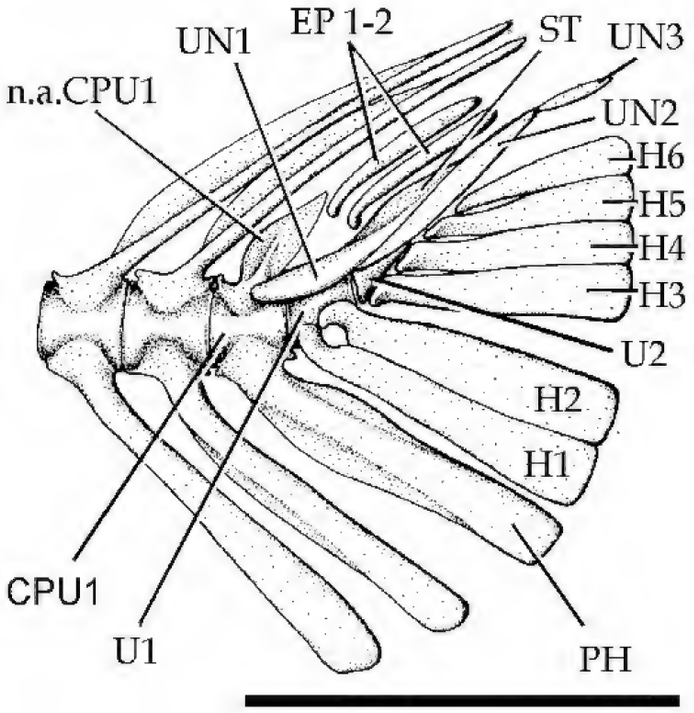


Fig.8- *Britoichthys marizalensis* gen. and sp.nov.: restoration of the caudal endoskeleton (based on DGM 466 and DGM 536-P). Scale bar = 1cm.

ribs without bifurcation and advanced members of group (osmeroid and salmonoid lineages) sharing the derived loss of the epipleural ribs. In this case, the absence of epipleural ribs and the presence of non-bifurcate epineurals in *Britoichthys* gen.nov. suggest affinities with salmonoids and osmeroids.

Despite of R. da Silva Santos having examined material herein studied, he has not included any description or mention in his PhD's Thesis (SANTOS, 1972) concerning fishes of the Marizal Formation. Seemingly, the material was sent to London, in the seventies, for occasion of his visit to American and European Institutions. According to Silva Santos (personal communication to the author) the material was presented to experts (Dr. D.E.Rosen and Dr. C.Patterson, from the American Museum of Natural History and British Museum of Natural History, respectively) that suggested, for attempt, the placement into euteleostean Galaxioidei *s.l.* group. But, while surveying literature on the systematics of Galaxioidei (*e.g.*, GOSLINE 1960; McDOWALL 1969, 1999; FINK & WEITZMAN 1982; BEGLE 1991, 1992; JOHNSON, 1992), morphological differences are verified, some of particular importance, that exclude the fish from tentative diagnoses of the clade (*e.g.*, presence of supramaxilla, well developed ectopterygoid, complete circumorbital series).

Britoichthys gen.nov. and certain Cretaceous basal euteleostean fishes

FIELITZ (2002), in the most recent review of lower euteleostean fishes, pointed out that only ten monotypic genera of Cretaceous teleosts belong to the group. The taxa are the following: *Avitosmerus canadensis* Fielitz, 2002, from the Turonian of Canada; *Barcarenichthys joneti* Gayet, 1989, from the Upper Cretaceous of Portugal; *Erichalcis arcta* Forey, 1975, from the Lower or Middle Albian of Canada; *Gaudryella gaudryi* (Pictet and Humbert, 1866), from *Gharbouria libanica* Gayet, 1988, from the Cenomanian of Lebanon; *Ginsbourgia (=Humbertia) operta* (Patterson, 1970); *Kermichthys dauini* (Arambourg, 1954), from the Cenomanian of Morocco and Sicily; *Manchurichthys uwatoikoi* Saito, 1936, from the Early Cretcaeous of China; *Paravinciguerria praecursor* Arambourg, 1954, from the Cenomanian of Morocco; and, *Stompooria rogersmithi* Anderson, 1998, from the Lower Maatrichthian of South Africa. Therefore, he considered that basal euteleosts are known from all continents except for Australia, South America, and Antarctica. His review omits remarks on the *status* of some Cretaceous teleosts putatively placed into Euteleostei [*e.g.*, *Wenzichthys congolensis* (Arambourg & Schneegans, 1935), *Helgolandichthys schmidi* Taverne (1981), *Pyrenichthys jauzaci* (Gayet & Lepicard, 1985) and, particularly, *Santanichtys diasii* (Silva Santos, 1958), from the Albian of the Araripe Basin, North-eastern Brazil. This enigmatic taxon, known from few and poorly preserved specimens, was assigned to Clupeomorpha (SANTOS, 1991a, 1991b; FIGUEIREDO & GALLO, 2001), Euteleostei (MAISEY, 1991), or even considered a Clupeocephala *incertae sedis* (SANTOS, 1995). SANTOS (1995) also suggested putative affinities of the taxon with the Clupavidae, but considering this family placed into Clupeiformes *sensu* BERTIN & ARAMBOURG (1958). Although MAISEY (1991) has pointed out the presence of an anterior membranous flange on the first uroneural as evidence of inclusion of *Santanichthys* Silva Santos, 1995 in Euteleostei, its presence is uncertain. It is not exposed in his caudal restoration (MAISEY, 1991, non-numbered figure from p.273). Otherwise, the caudal restoration presented by Maisey for *Santanichthys*, is very similar to that of *Clupavichthys dufuri* Gayet, 1989, a probable ostariophysan clupavid fish from the Lower Cretaceous (Aptian) of Rio Benito, Western Africa (GAYET, 1989), suggesting close affinities between those taxa. At any event, the presence the second hypural fused with the first ural centrum and a very elongate second ural centrum easily separate *Santanichthys* from *Britoichthys* gen.nov. In addition, *Santanichthys* possesses dermal bones of the oral border (*i.e.*, dentary, premaxilla and maxilla) apparently toothless.

From the Fielitz's list, *Stompooria* Anderson, 1998 and *Paravinciguerria* Arambourg, 1954 lack stegural and *Kermichthys* possesses a pleurostyle similar to those found in ostariophysans differing therefore from *Britoichthys* gen.nov.

Avitosmerus canadensis, Wenzichthys congolensis, Gharbouria libanica, Helgolandichthys schmidi, Erichalcis arcta, Gaudryella gaudryi, Pyrenichthys jauzaci, Barcarenichthys joneti and *Ginsbourgia (=Humbertia) operta* are euteleostean fishes from Cretaceous from which relevant anatomical information is available. But most of apomorphic features proposed (see SANFORD, 1990; BEGLE, 1991, 1992; JOHNSON, 1992; JOHNSON & PATTERSON 1996) to define inclusive clades of Euteleostei, mainly of hyobranchial apparatus and soft tissues, are often not preserved in that fossil fishes. Their affinities are therefore uncertain. They are referred in current literature mainly as 'salmoniform' fishes so that a comparison with *Britoichthys* gen.nov. is furnished below. Other fishes assigned to 'Salmoniformes' based on

fragmentary or poorly described material (*e.g.*, *Manchurichthys* Chang & Liu, 1977, see CHANG & LIU, 1977) are omitted below.

Avitosmerus canadensis is known from the Cretaceous of the Great Bear Basin from Lac des Bois, Northwest Territories, Canada. This small fish shows a suprapreopercle, rostrodermethmoid and mesethmoid separated, besides a high grade of fusion of hypurals. These aspects are enough to distinguish it from *Britoichthys* gen.nov.

Wenzichthys congolensis is a well known pattersonellid fish from the Wealdean of Gabon (TAVERNE, 1975). It differs of *Britoichthys* gen.nov. mainly by the presence of a short and massive mesethmoid, absence of teeth on maxilla, absence of tripartite pattern for supraorbital sensory canal on frontal and fusion of preural 1 and ural 1 in the caudal skeleton.

Gharbouria libanica is a small fish described by GAYET (1988a) from Cenomanian of Lebanon. It is readily separated from *Britoichthys* gen.nov. mainly by the derived loss of teeth on dermal jaw, large orbit, shape and disposition of circumorbital bones.

Helgolandichthys schmidi from the Aptian of Helgoland (TAVERNE, 1981) differs from *Britoichthys* gen.nov. mainly by the structure of snout, absence of epiphyseal branch on supraorbital sensory canal, presence of a slender sympletic, and presence of a well developed stegural on caudal skeleton.

Erichalcis arcta from the Albian of Canada (FOREY, 1975) is distinguished from *Britoichthys* gen.nov. by the presence of mesethmoid and rostral bones separated on snout; absence of ethmoidean commissure, presence of pit-lines on parietal, presence of slender infraorbitals on circumorbital series, and single articular head on hyomandibula.

Gaudryella gaudryi from the Cretaceous (Cenomanian) of Lebanon (PATTERSON, 1970) differs of *Britoichthys* gen.nov. by various features. It has a long and slender ethmoid region, with rostral and mesethmoid separate, but without ethmoidean commissure or "pit-line". The parietal has a shallow transverse groove. The posterior margin of infraorbitals does not extend over the preoperculum. The premaxilla is small, curved and toothless, ending in a rudimentary ascending process and maxilla is toothless. There are few teeth on the dentary and higher number of branchiostegal rays (11) and vertebrae (43). The PU1 plus U1 centra, parhypural plus first and second hypurals, hypurals 3 and 4 are apomorphycally fused.

Pyrenichthys jauzaci described by GAYET & LEPICARD (1985) from the Maastrichthian of France is distinguished by the lower placement of pectoral fin on flank, higher number of branchiostegals (13) and presence of hypurostegy in the caudal endoskeleton.

Barcarenichthys joneti is a small fish described from the Cenomanian of Barcarena, Portugal (GAYET, 1988b), showing putative affinities with Osmeroidei. It is distinguished from *Britoichthys* gen.nov. by the weak dentition on dentary, reduced infraorbital bones, short supraorbital, slender hyomandibula, large orbit and outline of opercular bones, and caudal skeleton pattern (*e.g.*, three epurals, large stegural, first ural and preural centra fused).

Ginsbourgia (=*Humbertia*) *operta*, from Cenomanian of Lebanon (Patterson, 1970) shares various similarities with *Britoichthys* gen.nov., some of particular importance. The morphology of premaxilla, reduced and equal number of branchiostegal rays, reduced number of vertebrae suggest affinity. However, the current status of knowledge of the anatomy and affinities of fossil fishes previously assigned to the taxonomic "wasted-basket" Salmoniformes is so poor that any attempt to point close phylogenetic affinity is premature.

ACKNOWLEDGEMENTS

To Váleria Gallo, Hugo R. Secioso Santos and Paulo M. Brito (Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ), for critically reading an early version of the manuscript; Amarílio da Câmara Alcântara (UERJ), for remarkable technical service in an early step of this study, and Marise Sardenberg Carvalho (Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM), for assistance with an update register number of specimens of the DNPM. I also thank Váleria Gallo for the photograph (figure 1).

LITERATURE CITED

ALCÂNTARA, A.C. & FIGUEIREDO, F.J., 1999. Two new teleosts from the Lower Cretaceous of Tucano Basin (Marizal Formation), Northeastern Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16., Crato. **Resumos...**, Crato: Universidade Regional do Cariri, p.12-13.

ALCANTARA, A.C.. & FIGUEIREDO, F.J., 2000. Notas sobre a morfologia de "*Clupavus*" *brasiliensis* (Teleostei: Clupavidae) do Cretáceo Inferior da Bacia do Tucano (Formação Marizal), BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 23., Cuiabá. **Resumos**, Cuiabá, Universidade Federal de Mato Grosso, p.36.

ARAÍ, M.; HASHIMOTO, A.T. & UESUGUI, N., 1989. Meaning cronostratigraphic of the microfloristic association of Lower Cretaceous of Brazil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, **3**(1/2):86-103.

ARAMBOURG, C. & SCHNEEGANS, D., 1935. Poissons fossiles du Bassin sédimentaire du Gabon. **Annales de Paléontologie**, Paris, **24**:139-160.

ARRATIA, G., 1997. Basal teleosts and teleostean phylogeny. **Palaeo Ichthyologica**, München, **7**:5-168.

ARRATIA, G., 1999. The Monophyly of Teleostei and stem-group teleosts. Consensus and Disagreements. In: ARRATIA, G. & SCHULTZE, H.P. (Eds.) **Mesozoic Fishes 2: Systematics and Fossil Record**. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. p.265-334.

BARBOSA, O., 1950. Nota sobre Plantas Fósseis da Formação Cícero Dantas no Cretáceo da Bahia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **22**(1):25-28.

BEGLE, D.P., 1991. Relationships of the Osmeroid fishes and the use of redutive characters in phylogenetic analysis. **Systematic Zoology**, London, **40**:33-53.

BEGLE, D.P., 1992. Monophyly and relationships of the argentinoid fishes. **Copeia**, An Arbor (1992):350-366.

BERTIN, L. & ARAMBOURG, C., 1958. Super-ordre des Téléostéens. In: GRASSÉ, P.P. (Ed.) **Traité de Zoologie**, Paris: Masson & Cie. v.13, n.13, p.2204-2500.

BEURLEN, C., 1950. Alguns restos de crustáceos decápodos d' água doce fósseis do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **22**(4):453-459.

BRAUN, O.P.G., 1966. Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da Região Nordeste do Brasil (Bacias de Tucano-Jatobá, Mircundiba e Araripe). **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, **236**:1-68.

BRAZIL, J.J., 1947. **Resume of Geologic reconnaissance of the North Half of the Bahia sedimentary Embayment, Northeast Bahia and West Edge of Sergipe**.Rio de Janeiro: Conselho Nacional do Petróleo. 29p.

BRITO, I.M., 1979. **Bacias Sedimentares e Formações Pós-Paleozóicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 179p.

BRITO, P.M., 1997. Révision des Aspidorhynchidae (Pisces, Actinopterygii) du Mésozoique: Osteologie, relations phylogénétiques, donnés environmentales et biogéographiques. **Geodiversitas**, Paris, **19**(4):681-772.

CAIXETA, J.M.; BUENO, G.V.; MAGNAVITA, L.P. & FEIJÓ, F.J., 1994. Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, **8**(1): 163-172.

CHANG, M.M. & LUI, C.C., 1977. Two primitive Euteleostei - *Manchurichthys* and *Sungarichthys*. **Vertebrata Palasiatica**, Beijing, **15**:184-193.

FIELITZ, C., 2002. A new Late Cretaceous (Turonian) basal euteleostean fish from Lac des Bois of the Northwest Territories of Canada. **Canadian Journal of Earth Sciences**, Ottawa, **39**:1579-1590.

FIGUEIREDO, F.J. & GALLO, V. 2001. A new clupeomorph fish from the Santana Formation, Northeastern Brazil, with an overview of *Santanichthys diasii* (Silva Santos, 1958). **Abstracts of the III International Meeting on Mesozoic Fishes: Systematics, Paleoenvirnments and Biodiversity**, Serpiano-Monte San Giorgio, 26-31 August, UNIM, p.27.

FINK, W. & WEITZMAN, S.H., 1982. Relationships of thew Stomiiform fishes (Teleostei), with a description of *Diplophos*. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, Harvard, **150**:31-93.

FOREY, P., 1975. A fossil clupeomorph from the Albian of the Northwest Territories of Canada, with notes on cladistic relationships of clupeomorphs. **Journal of Zoology**, London, **175**:151-177.

GAYET, M., 1988a. *Gharbouria libanica* nov.gen., nov.sp. Petit Salmoniforme en provenance d'Ain-el-Ghârboûr, nouveau gisement libanais d'âge cénomanien Supérieur. **Bulletin du Muséum National d' Histoire Naturelle**, Paris, **3** (section C):199-227. (4.sér.)

GAYET, M., 1988b. Relation phylogénétiques de *Barcarenichthys joneti* Gayet du Cénomanian de Barcarena (Portugal) au sein des "Salmoniformes". **Comunicações do Serviço Geológico de Portugal**, Lisboa, **74**:85-103.

GAYET, M., 1989. Note préliminaire sur le matériel paléoichthyologique éocrétacique du Rio Benito (sud de Bata, Guinée Équatoriale). **Bulletin du Muséum National d' Histoire Naturelle**, Paris, **11** (section C1):21-31. (4.sér.)

GAYET, M. & LEPICARD, B., 1985. Samoniforme nouveau du Maastrichtién supérieur des Petites Pyrénées (Haute-Garonne, France): *Pyrenichthys jauzaci* nov.gen. nov.sp. **Bulletin du Muséum National d' Histoire Naturelle**, Paris, **7** (section C2):131-141. (4.sér.)

GOSLINE, W.A., 1960. Contribution toward a classification of modern isospondylous fishes. **Bulletin of the British Museum of Natural History, Zoology**, London, **6**:325-365.

GREENWOOD, P.H.; ROSEN, D.E.; WEITZMAN, S.H. & MYERS, G.S., 1967. Named main divisions of teleostean fishes. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, Washington, **80**:227-228.

GUO-QING, L. & WILSON, M.V.H., 1996. Phylogeny of Osteoglossomorpha. In: STIASSNY, M.L.J., PARENTI, L.R. & JOHNSON, G.D. (Eds.) **Interrelationships of Fishes**. San Diego: Academic Press. p.163-174.

JOHNSON, G.D., 1992. Monophyly of the euteleostean clades- Neoteleostei, Eurypterygii, and Ctenosquamata. **Copeia**, An Arbor (1992):8-25.

JOHNSON, G.D. & PATTERSON, C., 1996. Relationships of Euteleostean Fishes. In: STIASSNY, M.L.J., PARENTI, L.R. & JOHNSON, G.D. (Eds.) **Interrelationships of Fishes**. San Diego: Academic Press. p.251-332

LAUDER, G. & LIEM, K., 1983. The evolution and interrelationships of the actinopterygian fishes. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, Harvard, **150**(3):94-197.

MAISEY, J.G., 1991. **Santana Fossils: An Illustrated Atlas**. Neptune City, New Jersey: TFH Publications. 459p.

MAISEY, J.G., 2000. Continental break up and the distribution of fishes of Western Gondwana during the Early Cretaceous. **Cretaceous Research**, London, **21**:281-314.

McDOWALL, R.M., 1969. Relationships of galaxioid fishes with a further discussion of salmoniform classification. **Copeia**, An Arbor (1969):796-824.

McDOWALL, R.M., 1999. Caudal skeleton in *Galaxias* and allied genera (Teleostei, Galaxiidae). **Copeia**, An Arbor (1999):932-939.

MÜLLER, J., 1844. Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. Bericht über die zur Bekanntmachung geeigeneten. **Verhandlungen der Akademie der Wissenschaften**, Berlin, **1846**:117-216.

NORDEN, C.R., 1961. Comparative Osteology of representative Salmonid Fishes, with particular reference to the grayling (*Thymallus arcticus*) and its phylogeny. **Journal Fisheries Research Board Canada**, Ottawa, **18**(5):679-791.

PATTERSON, C., 1970. Two Upper Cretaceous Salmoniform Fishes from the Lebanon. **Bulletin of the British Museum of Natural History**, **Geol.**, London, **19**(5):207-295.

PATTERSON, C. & JOHNSON, G.D.,1995. The intermuscular bones and ligaments of teleostean fishes. **Smithsonian Contributions Zoology**, Washington, **559**:1-85.

PATTERSON, C. & ROSEN, D.E., 1977. Review of ichthyodectiform and other Mesozoic teleost fishes and the theory and practice of classifying fossils. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, **158**(1977):81-172.

ROSEN, D.E., 1973. Interrelationships of higher euteleostean fishes. In: GREENWOOD, P.H.; MILES, R.S. & PATTERSON, C. (Eds.) **Interrelationships of Fishes**, **Zoological Journal of the Linnean Society**, London, **53**(suppl.1):397-513.

ROXO, M.G.O., 1940. Preliminary on fossil Crustacea from Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **12**(4):279-280.

SANFORD, C.P., 1990. The phylogenetic relationships of salmonoid fishes. **Bulletin of the British Museum of Natural History**, **Zoology**, London, **56**(2):145-153.

SANTOS, R.S., 1972. **Peixes da Formação Marizal, Estado da Bahia**. São Paulo. 76p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade do Estado de São Paulo.

SANTOS, R.S., 1973. Paleoictiofáunula da Formação Marizal, Estado da Bahia. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., Aracaju. **Resumos**, S.Técnicas. Boletim. Especial 1, SBG, Bahia. p.136.

SANTOS, R.S., 1976. Sobre a presença do gênero *Clupavus* no Cretáceo Inferior do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **48**(2):359.

SANTOS, R.S., 1985. *Clupavus brasiliensis* n.sp. (Teleostei, Clupeiformes) do Cretáceo Inferior - Formação Marizal, Estado da Bahia. **MME-DNPM, Geol. 27**, **Paleontologia, Estratigrafia**, Brasília, **2**:155-159.

SANTOS, R.S., 1990. *Vinctifer longirostris*, do Cretáceo Inferior da Formação Marizal, Estado da Bahia, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **62**(3):251-260.

SANTOS, R.S., 1991a. Considerações taxinômicas sobre *Leptolepis diasii* da Chapada do Araripe, NE do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **63**(4):339-360.

SANTOS, R.S., 1991b. **Fósseis do Nordeste do Brasil: Paleoictiofáunula da Chapada do Araripe**. Rio de Janeiro: Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Instituto de Biologia/UERJ. 63p.

SANTOS, R.S., 1995. *Santanichthys*, novo epíteto genérico para *Leptolepis diasii* Silva Santos, 1958 (Pisces-Teleostei) da Formação Santana (Aptiano), Bacia do Araripe, NE do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **67**(2):249-258.

TAVERNE, L., 1975. Étude complémentaire de *Wenzia congolensis* (Arambourg, C., et Schnéegans, D., 1935), Téléostéen Salmoniforme fossile du Wealdien du Gabon, précédemment décrit dans le genre *Leptolepis* Agassiz, L. 1832. **Bulletin du Muséum National d' Histoire Naturelle**, Paris, **344**(3.sér.):229-241.

TAVERNE, L., 1977. Ostéologie de *Clupavus maroccanus* (Crétacé supérieur du Maroc) et considerations sur la position systématique et les relations des Clupavidae au sein de l'ordre des Clupeiformes sensu stricto (Pisces: Teleostei). **Geobios**, Lyon, **10**(5):697-722.

TAVERNE, L., 1981. Les actinoptérigiens de l'Aptien inférieur (Tock.) d'Helgoland. **Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg**, Hamburg, **51**:43-82.

VIANA, C.F.; GAMA JR., E.G.; SIMÕES,. J.F.; MOURA, J.A; FONSECA, J.R. & ALVES, R.G., 1971. Revisão estratigráfica da Bacia Recôncavo/Tucano. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, **14**(3/4):157-192.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.3, p.309-320, jul./set.2004
ISSN 0365-4508

ON A SEQUENCE OF SACROCAUDAL THEROPOD DINOSAUR VERTEBRAE FROM THE LOWER CRETACEOUS SANTANA FORMATION, NORTHEASTERN BRAZIL[1]

(With 14 figures)

JONATHAS DE SOUZA BITTENCOURT [2, 3]
ALEXANDER WILHELM ARMIN KELLNER [2, 4]

ABSTRACT: Besides being rare, most theropod remains from fossil deposits of Brazil are incomplete. Up to date the Romualdo Member (Aptian/Albian) of the Santana Formation yielded six theropod specimens. To those we add the description of a sequence of three posterior sacral and six anterior caudal vertebrae with three chevrons (MN 4743-V). Differences between MN 4743-V and members of the major theropod clades such as Ceratosauria, Allosauroidea and Coelorusauria do not allow its assignment to one of those groups. Instead, MN 4743-V is referred to the Spinosauroidea (Spinosauridae plus Torvosauridae), based on the presence of three robust laminae below the transverse process of the anterior caudals, which delimit three fossae. The lack of paired processes on the chevrons suggest that within Spinosauroidea MN 4743-V is a member of the Spinosauridae. This is congruent with previous findings of spinosaurids in the Romualdo Member. MN 4743-V differs from the remaining specimens that present sacrocaudal elements indicating the co-existence of at least five theropod species in this deposit.

Key words: Spinosauroidea, Dinosauria, Santana Formation, Lower Cretaceous, Brazil.

RESUMO: Sobre uma seqüência de vértebras sacrocaudais de um dinossauro terópode da Formação Santana, Cretáceo Inferior, Nordeste do Brasil.

Restos de terópodes de depósitos fossilíferos brasileiros são raros, sendo a maioria dos espécimens incompletos. O Membro Romualdo (Aptiano/Albiano) da Formação Santana forneceu até então seis exemplares. Somando-se a estes é descrito uma sequência de seis vértebras sacrais posteriores, seis anteriores com três chevrons (MN 4743-V). Diferenças marcantes entre MN 4743-V e alguns táxons dos principais grupos de Theropoda, como Ceratosauria, Allosauroidea e Coelurosauria não permitem que este material seja associado a algum destes clados. Por outro lado, MN 4743-V apresenta uma semelhança marcante com os Spinosauroidea (Spinosauridae+Torvosauridae), que é a presença de duas lâminas robustas sob o processo transverso, delimitando três fossas. A ausência de processos pareados na parte proximal do chevron sugere que, dentro de Spinosauroidea, MN 4743-V seja um membro de Spinosauridae, o que é congruente com achados prévios de espinossaurídeos no Membro Romualdo. MN 4743-V difere dos demais exemplares com elementos sacro-caudais encontrados no Membro Romualdo, indicando a presença de pelo menos cinco espécies de terópodes neste depósito.

Palavras-chave: Spinosauroidea, Dinosauria, Formação Santana, Cretáceo Inferior, Brasil.

INTRODUCTION

Theropod remains from fossil deposits of Brazil are rare and most specimens are fragmentary. Besides *Staurikosaurus pricei* Colbert, 1970 from the Late Triassic strata of the Santa Maria Formation (COLBERT, 1970) and *Pycnonemosaurus nevesi* Kellner & Campos, 2002 from the Late Cretaceous Bauru Group (KELLNER & CAMPOS, 2002), only three other non-avian theropod taxa were described, all from the Early Cretaceous (Aptian-Albian) Romualdo Member of the Santana Formation (see KELLNER, 1998; KELLNER & CAMPOS, 2000, for a review): *Irritator challengeri* Martill, Cruikshank, Frey, Small & Clarke, 1996, *Angaturama limai* Kellner & Campos, 1996, and *Santanaraptor placidus* Kellner, 1999.

Irritator challengeri, known from the posterior end of a skull, was first regarded as a maniraptoran dinosaur (MARTILL *et al.*, 1996) and latter referred to the Spinosauridae (KELLNER, 1996), what was

[1] Submitted on October 31, 2003. Accepted on June 30, 2004.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
[3] Fellow of Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES). E-mail: jsbittencourt@ibest.com.br.
[4] Fellow of Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). E-mail: kellner@mn.ufrj.br.

followed by other authors (CHARIG & MILNER, 1997; SERENO *et al.*, 1998; SUES *et al.*, 2002; TAQUET & RUSSEL, 1998). *Angaturama limai*, also a spinosaurid, is based on the anterior end of a skull (KELLNER & CAMPOS, 1996), and the much smaller tyrannoraptoran *Santanaraptor placidus* is based on an incomplete pelvis, caudal vertebrae, and hind limbs (KELLNER, 1999). Other theropod remains from the Romualdo Member include an undetermined sacrum with fragments of the right ilium (FREY & MARTILL, 1995), a partial skeleton of a small coelurosaurian theropod (MARTILL *et al.*, 2000), and a large pelvis with segments of the vertebral column and limbs, figured (CAMPOS & KELLNER, 1991; KELLNER, 2001) but not described yet. To this we add the description of a series of sacral and caudal vertebrae, housed at the Museu Nacional/ UFRJ (MN 4743-V), which is the seventh theropod specimen from the Araripe basin known so far. This material was briefly mentioned in the literature (CAMPOS & KELLNER, 1991; BITTENCOURT & KELLNER, 2002; KELLNER & CAMPOS, 1999), and is fully described here.

Geological Setting

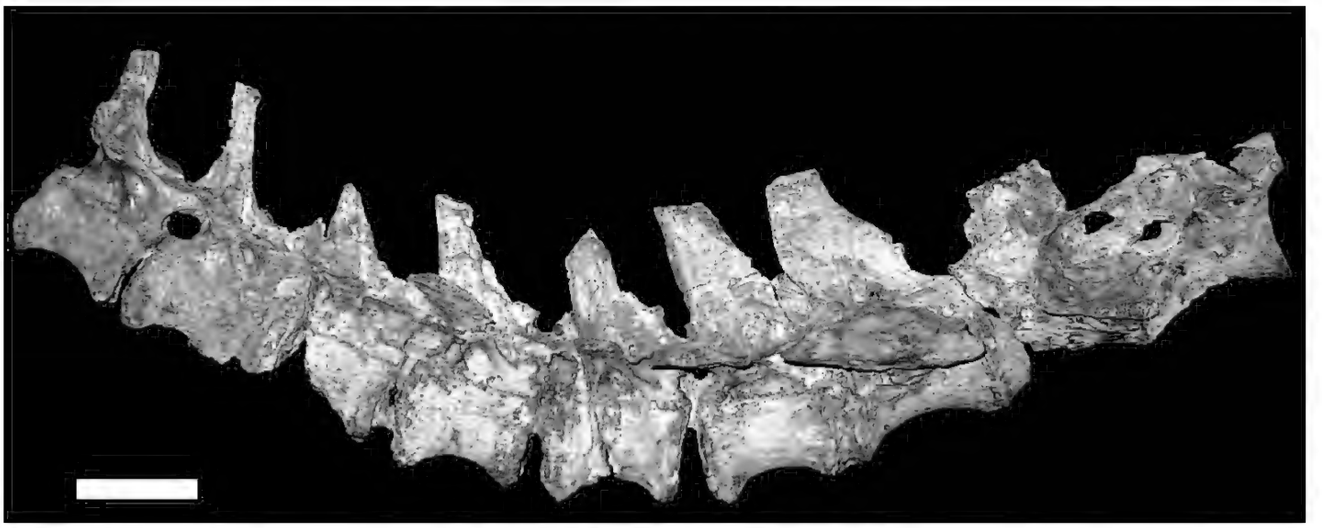
The Santana Formation is the most fossiliferous lithostratigraphic unit of the Araripe Basin (see MAISEY, 1991, for a review). It was divided by BEURLEN (1971) in three members, respectively from base to top: Ipubi, Crato, and Romualdo.

The Romualdo Member, where the specimen MN4743-V was found, is composed of shales and marls, with locally coarser sediments such as siltstones and fine-grained sandstones (CAVALCANTI & VIANA, 1990). The famous Santana-nodules, widely known for the exquisitely preserved fossils, are found within the shales and marls. The fossil vertebrate record is extensive, comprising a large diversity of fishes and pterosaurs. Turtles, crocodilomorphs, and more rarely dinosaurs are found too (*e.g.*, KELLNER & CAMPOS, 1999). Based on palynomorphs an Aptian-Albian age is suggested for this fossil *lagerstätte* (PONS, BERTHOU & CAMPOS, 1990).

The outcrops of the Santana Formation are situated in the states of Ceará, Pernambuco, and Piauí. The specimen MN 4743-V was possible collected in the surroundings of Santana do Cariri City, southern Ceará State, where most of the nodules from the Santana Formation are collected (KELLNER & CAMPOS, 2000; KELLNER & TOMIDA, 2000).

Description

The specimen MN 4743-V comprises nine articulated vertebrae: three posterior sacrals and six anterior caudals, that were preserved in an upward curvature (Figs.1-13). Three chevrons are also preserved: one of them complete, another lacking its ventral end and the last presenting only its basal part. Overall the material is well preserved, without any major sign of distortion. The neural arches of some elements are incomplete and in some parts the vertebrae were broken, possible during the collecting activity. The specimen was prepared mainly with

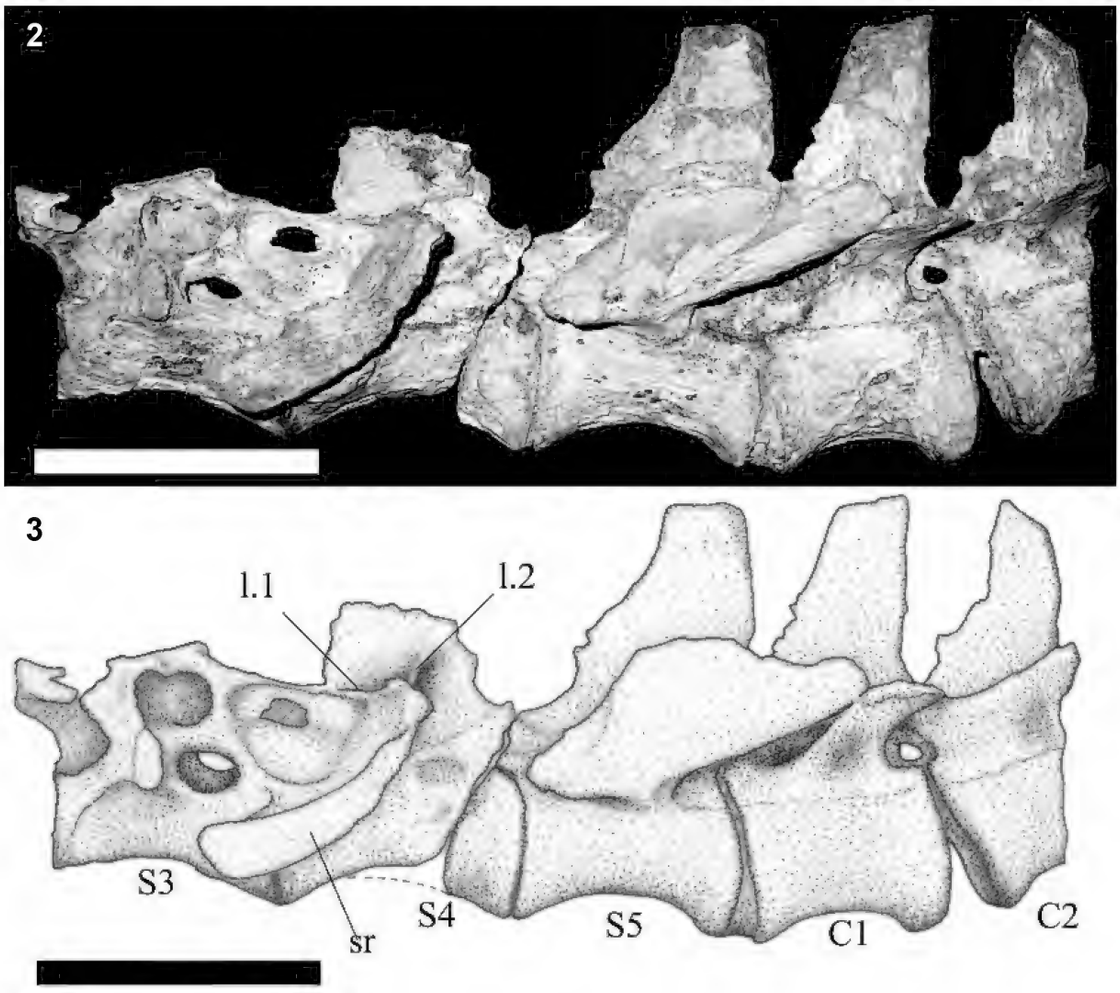


MN 4743-V: fig.1- photograph of the sacral and caudal vertebrae (right lateral view), in natural position. Scale bar = 5cm

acid, following a method developed for tetrapods preserved in calcareous nodules from the Santana Formation (KELLNER, 1995).

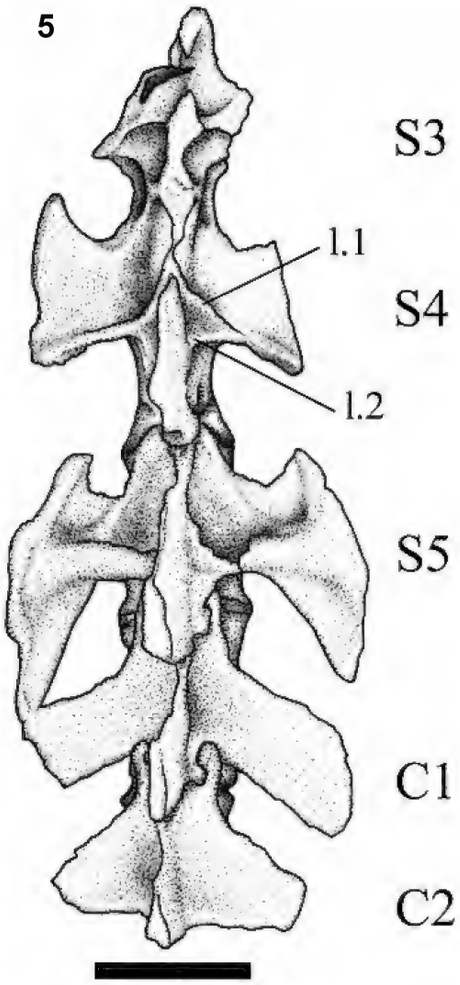
All vertebral centra are amphicoelous and spool-shaped, with concave lateral and ventral surfaces. The neural canal is broad and decreases in size from the first to the ninth vertebra. The suture of the neural arch and the centrum is visible in all elements, indicating that MN 4743-V does not represent a completely mature animal.

Despite being closely connected, none of the centra of the three sacrals are fused to each other. With few exceptions (*e.g.*, Herrerasauridae and some ceratosaurs) the non-coelurosaurian theropod sacrum is composed of five vertebrae. Since it is very unlikely that MN 4743-V represents a coelurosaur (see Discussion), we interpret that the preserved sacrals of MN 4743-V represent the third, forth and fith sacral vertebrae. The first preserved sacral (sacral 3) is partially broken, particularly the neural arch (Figs.2-3). The attachment surface for the sacral rib is visible on the right side and is positioned at the contact surface of the centrum and the neural arch. On the left side, part of the sacral rib is preserved. A deep rounded fossa is present on the neural arch, above the parapophysis, which is better preserved on the left side (Figs.2-3). A well developed oval foramen, the intervertebral foramen, is present at the contact surface between the neural arch and the centrum and connects with the neural canal. The centrum is elongated anteroposteriorly and has an rounded outline (differing from the elliptic condition observed in the caudals).



MN 4743-V, the sacral and caudal vertebrae 1 and 2, in left lateral view: fig.2- fotograph; fig.3- drawing. (S3-S5) presumed sacral vertebrae 3, 4 and 5, (C1-C2), caudal vertebrae 1 and 2, (l.1) lamina 1, (l.2) lamina 2, (sr) sacral rib. Scale bar = 5cm.

The second preserved sacral (sacral 4) is tightly connected with the first. The neural spine forms a thin bony blade that is elongated anteroposteriorly; its exact height cannot be established since the dorsal portion is not preserved (Figs.2-3). The transverse process forms a thin expanded lamina which, in lateral view, is posteriorly inclined relative to the horizontal plane. Dorsally the transverse process sends a thin lamina that extends over the basal part of the lateral surface of the neural spine (Fig.2-5). A second lamina, directed anteriorly, is present at the base of the former (Figs.2-5). The intersection of both laminae and the base of the neural spine forms a shallow depression. As in the preceding sacral, a fossa is present on the lateral surface of the neural arch posterior to the transverse process, differing by being more elongated and less uniform, with two marked depressions. A rounded and smaller intervertebral foramen is also present. The anterior surface of the transverse process shows a well developed concavity close to its ventral margin (Figs.4-5). The parapophysis is large and placed on the anterior part of the vertebra, occupying a lower position compared to the first preserved sacral (Figs.2-3). The suture between the parapophysis and the sacral rib is not closed. The sacral rib is stout and connects with the transverse process, forming a bony lamina. The suture between the transverse process and the sacral rib is still open and runs from the laterodorsal to the ventromedial corner of this of bony lamina. Distally, the sacral rib is expanded and forms the articular surface for the

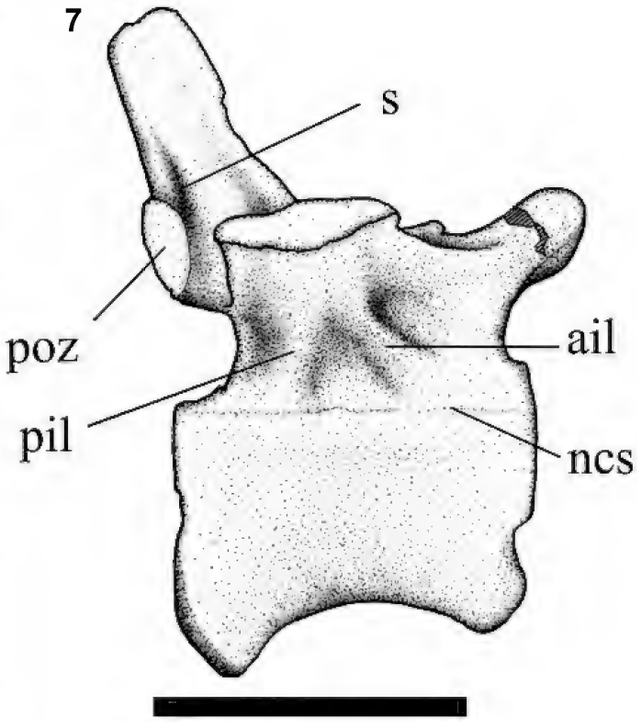


MN 4743-V, the sacral and caudal vertebrae 1 and 2, in dorsal view: fig.4- photograph; fig.5- drawing. (S3-S5) presumed sacral vertebrae 3, 4 and 5, (C1-C2), caudal vertebrae 1 and 2, (l.1) lamina 1, (l.2) lamina 2. Scale bar = 5cm.

ilium, getting broader ventrally. The centrum is similar to the preceding vertebra by being elongated anteroposteriorly and showing an rounded outline. It differs from the other sacrals by having the anterior articular surface wider than the posterior one.

The third preserved sacral (sacral 5) is the best preserved one (Figs.2-5). The neural spine is blade-like, anteroposteriorly expanded, broader on the base than on the top, and, in lateral view, shows an anterior projection (Figs.2-3). The transverse process is broad and robust, and has the dorsal margin forming a right angle with the neural spine. The anterior lamina, uniting the transverse process with the neural spine is less developed than in the preceding sacral. A dorsally projected crest, uniting the transverse process and the neural spine is also observed. The concavity at the base of the transverse process observed in the preceding sacral is also present here, but much more developed. Compared to the preceding sacral, the parapophysis is located more posteriorly (reaching the middle portion of the centrum) and occupies a higher position (Figs.2-3). The sacral rib is fused with the transverse process and forms a stout, anteroposteriorly expansion that contacts the ilium (Figs.2-5). The centrum shows the basic morphology of the preceding sacrals, and, like the first preserved one, has the posterior articular surface wider than the anterior one (differing from the second preserved one).

The caudal series is formed by six anteriormost vertebrae that decrease in size posteriorly (Fig.1). All are very similar in their general morphology. The neural spines are tall, broader on the base and inclined backward (Figs.6-7). A shallow groove for the interspinous ligament is observed on the posterior part, between the postzygapophyses (Figs.8-9). A well marked dorsoventraly depression is present on the posterior portion of the neural spine, anterior to the postzygapophyses (Figs.6-7). In each caudal, the transverse processes are directed lateroposteriorly, with a slight inclination upward (Figs.2-3, 6-7). The distal end is slightly broader than the proximal one. On the dorsal surface, close to the base of the neural spine, a deep and rounded supradiapophyseal fossa is observed.

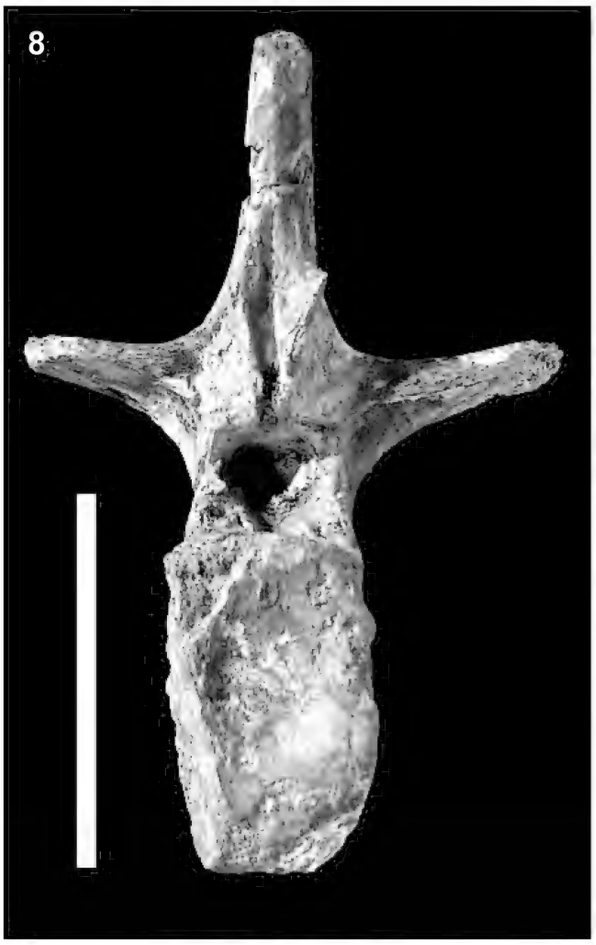


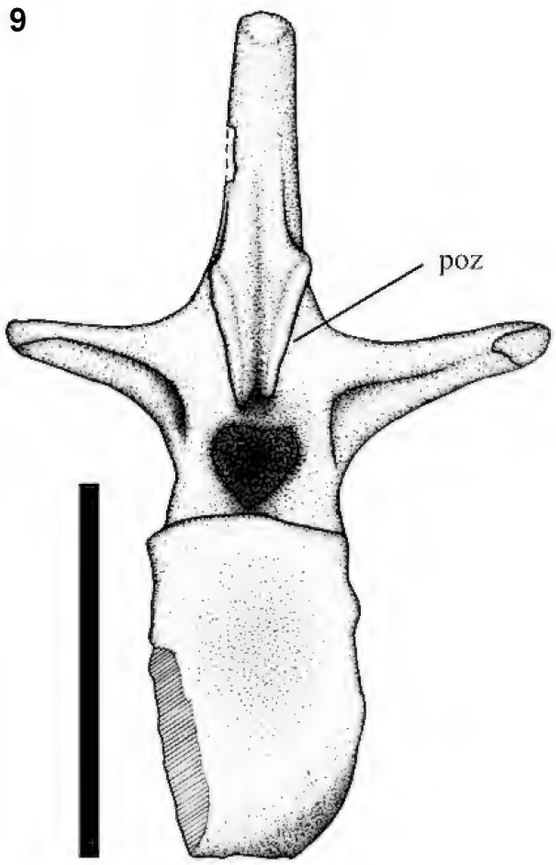
MN 4743-V, right lateral view, the caudal vertebrae 5 and 6: fig.6- photograph; fig.7- drawing. (ail) anterior infradiapophyseal lamina, (ncs) neurocentral suture, (pil) posterior infradiapophyseal lamina, (poz) postzygapophyses, (s) sulcus. Scale bar = 8cm.

The ventral region of the transverse process shows a complex morphology, with two infradiapophyseal buttresses separating three different fossae (Figs.6-7). In the first caudal, the anterior region of the transverse process has two components. The dorsal one forms a horizontal bony shelf (the prezygapophyseal lamina), linking the transverse process to the prezygapophysis, while the ventral one forms the anterior buttress. This anterior buttress gets gradually more separated from the prezygapophyseal laminae in the subsequent caudal vertebrae. The posterior infradiapophyseal buttress is more robust and occupies essentially the same position in all preserved elements.

The most anterior fossa is delimited dorsally by the prezygapophyseal lamina and posteroventrally by the infradiapophyseal buttress (Figs.6-7). In the first caudal vertebra this opening is well developed, being larger than the other two fossae, but in the subsequent caudals it is comparatively smaller. The intermediate fossa is bordered anteriorly and posteriorly by both buttresses and dorsally by the main part of the transverse process. In the first caudal this opening is comparatively small, has a rounded shape and shows a sharp ventral margin formed by a bony ridge. Starting at the second caudal, the intermediate fossa gets comparatively larger, with the ventral margin less marked. The posterior fossa, limited by the posterior infradiapophyseal buttress and the posterior margin of the transverse process is the smallest of the three and gets shallower in the posterior caudals (Figs.6-7).

The prezygapophysis is long and pointed in lateral view, directed forward and upward. The postzygapophysis, observable in detail only on the sixth caudal (Figs.6-9), is formed by two distinct elliptical areas faced laterally and downward,





MN 4743-V, the caudal vertebrae 6, in posterior view: fig.8- photograph; fig.9- drawing. (poz) postzygapophyses. Scale bar = 5cm

separated by the groove of interspinous ligament.

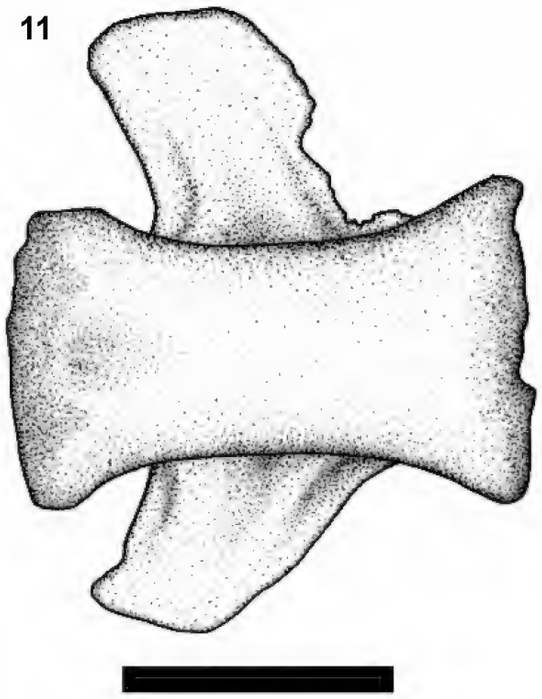
The centra are taller than wide, a condition that is accentuated in subsequent vertebrae, which are laterally more compressed (Figs.8-9). The ventroposterior margin of all preserved elements is ventrally projected relative to the anterior one (Figs.1, 6-7). The ventral margin of the posterior articular surface is bevelled and shows a pair of small keels for the articulation of the chevron (Figs.10-11). The ventral surface is concave and lacks any groove along its midline. All preserved caudal vertebrae lack lateral foramina or pleurocoels.

The three preserved chevrons belong to anterior segment of the tail, but their exact position on the caudal series can not be asserted. They differ in size, with the largest comprising only the proximal part, the second lacking only the distal part and the third (and smallest one) being complete. The better preserved one is dorsoventrally elongated and laterally compressed on its distal part (Figs.12-13). The haemal canal is higher than wide, delimited dorsally by a bony bridge (Figs.14-15). The articulation surface with the centrum is concave. All lack any anterior or posterior process close to the base, as found in some theropods (*e.g.*, BRITT, 1991). In lateral view, the shaft of the chevron curves posteriorly; this curvature gets less accentuated posteriorly. The posterior surface bears a dorsoventrally oriented sulcus.

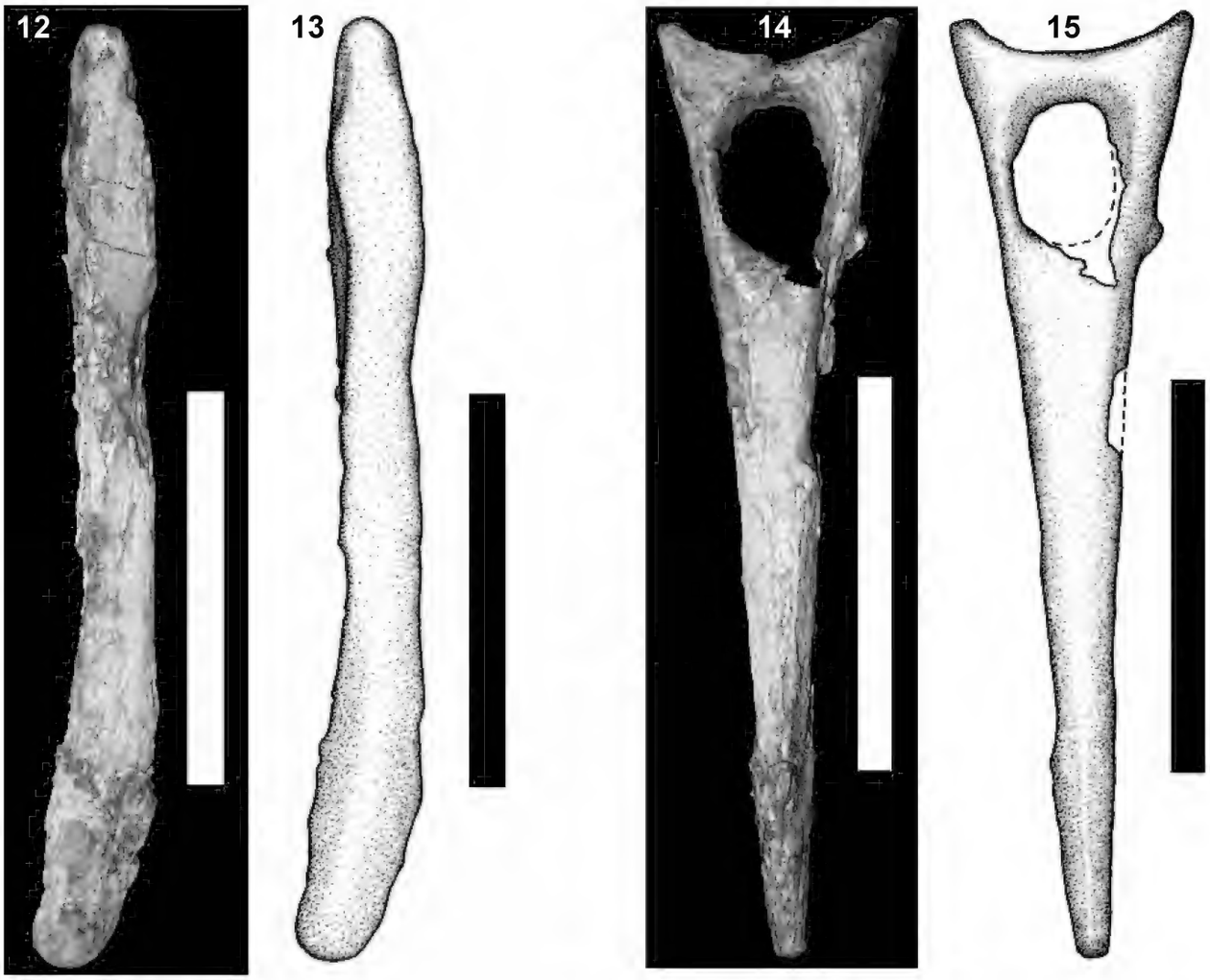
DISCUSSION

The caudal vertebral centra of MN 4743-V are taller than wide, a feature commonly found in Theropoda (MAKOVICKY, 1997) allowing its assignment to this dinosaur clade. The establishment of the relationships of the new specimen to other theropod groups, however, is more complicated. Despite the large amount of characters used in the phylogeny of theropod dinosaurs, synapomorphies based on sacral or caudal elements are scarce (GAUTHIER, 1986; SERENO, 1999) or highly homoplastic (HOLTZ, 2000). Below, we discuss the sacrocaudal synapomorphies of some theropod clades based on matrices available in the literature (CURRIE & CARPENTER, 2000; HARRIS, 1998; HOLTZ, 2000; NORELL, CLARK & MAKOVICKY, 2001; SERENO, 1999), in order to clarify the phylogenetic position of MN 4743-V.

Although there are several conflicts regarding



MN 4743-V, the caudal vertebra 3, in ventral view: fig.10- photograph; fig.11- drawing. Scale bar = 3cm.



MN 4743-V: fig.12- photograph of the posteriormost preserved chevron in lateral view; fig.13- drawing of the caudal vertebra 6 in posterior view; fig.14- photograph of the posteriormost preserved chevron in anterior view; fig.15- drawing of the photograph of the posteriormost preserved chevron in anterior view. Scale bar = 5cm.

published theropod phylogenies, most agree in dividing the Theropoda into the following clades: Ceratosauria (including the Abelisauria), Spinosauroidea, Allosauroidea, and Coelurosauria (including Maniraptora).

The Ceratosauria has been largely recognized as a natural group (GAUTHIER, 1986; HOLTZ, 2000; SERENO, 1999), although some authors have questioned its monophyly (RAUHUT, 1998; FORSTER, 1999). HOLTZ (2000) assigned two synapomorphies to Ceratosauria based on caudal and sacral vertebrae: the fusion of sacral vertebrae forming a synsacrum in adults and the presence of a shallow sulcus in the ventral margin of the anterior caudal vertebrae. Regarding the synsacrum, although it is true that most ceratosaurs display this feature, *Dilophosaurus wetherilli* (Welles, 1970) (HOLTZ, 2000) and some specimens of *Coelophysis bauri* (Cope, 1889) (COLBERT, 1989) lack a synsacrum. In any case, MN 4743-V also lacks a synsacrum.

The second ceratosaurian synapomorphy presented by HOLTZ (2000) is more problematic: a sulcus on the ventral margin of the caudal vertebrae is present in several non-ceratosaurian theropod taxa as *Allosaurus fragilis* Marsh, 1877 (MADSEN, 1993), *Sinraptor dongi* Currie & Zhao, 1993 (CURRIE & ZHAO, 1993; HARRIS, 1998), *Acrocanthosaurus atokensis* Stovall & Langston, 1950 (CURRIE & CARPENTER, 2000; HARRIS, 1998;), *Torvosaurus tanneri* Galton & Jensen, 1979 (BRITT, 1991), and

in many maniraptorans (NORELL, CLARK & MAKOVICKY; 2001; NORELL & MAKOVICKY, 1997; MAKOVICKY & SUES, 1998). The ventral margin of the anterior caudals of MN 4743-V are smooth and do not present any sulcus.

Within Ceratosauria, there is one group that shows several Gondwanic taxa: the Abelisauria (BONAPARTE, 1996; BONAPARTE & NOVAS 1985; BONAPARTE , NOVAS & CORIA, 1990; KELLNER & CAMPOS, 2002; NOVAS, 1991, 1997; SAMPSON *et al.*, 1996, 1998; SAMPSON, CARRANO & FORSTER, 2001). CORIA & SALGADO (1998) suggested that the presence of caudal transverse processes distally expanded is a synapomorphy of the Abelisauria, what was confirmed by latter studies (KELLNER & CAMPOS, 2002). Although the distal end of caudal transverse processes of MN 4743-V tends to be broader than the proximal, this condition is distinct from that of abelisaurs. Therefore MN 4743-V lacks any feature that diagnoses the Ceratosauria (including the Abelisauria) and is not a member of this clade.

Another large and widespread theropod group is the Allosauroidea (*sensu* SERENO *et al.*, 1996). Although no synapomorphy was found in the sacrals or caudals that diagnoses this clade, the sacrocaudal anatomy is well known for at least one of its members (*e.g.*, *Allosaurus* Marsh, 1877), while for others such as *Acrocanthosaurus* Stovall & Langston, 1950 and *Sinraptor* Currie & Zhao, 1993, the available information is limited. A feature present on these three species is a midline groove along the ventral face of the anterior caudals (CURRIE & ZHAO, 1993; HARRIS, 1998; MADSEN, 1993). Furthermore, both *Acrochantosaurus* and *Allosaurus* bear pleurocoels on sacral centra. None of those characters are seen in the specimen described in this paper, suggesting that MN 4347-V is not an allosauroid. An additional difference between MN 4743-V and *Allosaurus* is that, in the former, the transverse process and sacral rib are fused to each other in sacral 4, while in the latter, they are not. In *Acrochantosaurus* and *Sinraptor*, the material is too fragmented to verify the condition of this character. *Sinraptor* further differs other theropods (including MN 4743-V) by having the ventral margin of the posterior articular facet of the sacral and caudal centra strongly offset above anterior one (CURRIE & ZHAO, 1993).

The taxonomic composition of Coelurosauria is debatable, since some authors regard the Tyrannosauridae as a member of that clade (HOLTZ, 2000; SERENO, 1999), while others do not (GAUTHIER, 1986; NORELL, CLARK & MAKOVICKY, 2001). The synapomorphies of the Coelurosauria proposed by SERENO (1999) and HOLTZ (2000) are based on characters that require more complete material, such as the number of sacral vertebrae, the transition point in the tail and the anatomy of the posterior chevrons, none of which can be verified in MN 4743-V. More recently, NORELL, CLARK & MAKOVICKY (2001) proposed two sacrocaudal sinapomorphies for the Coelurosauria (without Tyrannosauridae): ventral surface of the posterior sacral centra flattened, sometimes presenting a shallow sulcus, and proximal end of chevrons of anterior caudals elongated anteroposteriorly, flattened and platelike. None of these are observed in the MN 4743-V, sugesting that it is not a coelurosaur *sensu* NORELL, CLARK & MAKOVICKY (2001).

Regarding Tyrannosauridae, the only synapomorphic sacrocaudal character proposed by NORELL, CLARK & MAKOVICKY (2001) for this clade is the presence of pleurocoels on the anterior sacrals, which cannot be verified in MN 4743-V (which has only the last three sacrals preserved). HOLTZ (2000) raised the possibility of a close relationship between Tyrannosauridae and Ornithomimosauria, forming the Arctometatarsalia. The only sacrocaudal synapormophy raised by him that can be evaluated in MN 4743-V is the fusion of the sacral neural spines forming a lamina (HOLTZ 2000), a condition not displayed by the material described here.

The remaining group of theropods with which MN 4743-V is compared are the Spinosauroidea. Regarded as a clade of basal Tetanurae, it is formed by the Spinosauridae and Torvosauridae, which share several features of the skull, jaws and forearms (SERENO, 1999; SERENO *et al.*, 1998). Unfortunately, most spinosauroid species lack detailed information regarding the sacral and caudal vertebrae. The only species in which sacro-caudal material is available are *Suchomimus tenerensis* Sereno, Beck, Dutheil, Gado, Larsson, Lyon, Marcot, Rauhut, Sadleir, Sidor, Varricchio, Wilson & Wilson, 1998 and *Baryonyx walkeri* Charig & Milner, 1986. Based on the published reconstruction of *Suchomimus tenerensis* (SERENO *et al.*, 1998: fig.3), there are some sacral vertebrae (undescribed) that apparently bear comparatively large neural spines. Although the neural spines in MN 4743-V are tall, they apparently did not reach the same proportions as in this taxon. All caudal vertebrae referred to *Suchomimus tenerensis* are from the middle or posterior region of the tail and cannot be directly compared with MN 4743-V. The only anterior caudal vertebrae described for *Baryonyx walkeri* shows a strongly laterally compressed centrum (an autapomorphic feature of this species according to

SERENO *et al.*, 1998) and shows two buttresses below the transverse process, delimiting three fossae (CHARIG & MILNER 1997, figs.27A-B, p.40). This is feature is also observed in MN 4743-V.

Regarding the Torvosauridae, there are some isolated caudals referred to *Torvosaurus tanneri* Galton & Jensen, 1979, which, according to BRITT (1991) also show the two buttresses below the transverse process of the anterior caudals. *Torvosaurus tanneri* caudal vertebrae differ from MN 4743-V by having the centra of the anterior caudal vertebrae more rounded with a narrow groove on the ventral region.

Based on the comparisons above, the presence of two buttresses bellow the transverse processes, delimiting three well developed fossae is shared by the spinosaurid *Baryonyx walkeri* and the torvosaurid *Torvosaurus tanneri* and might be a potential synapomorphy of the Spinosauroidea. Since this structure is also present in MN 4743-V, it is likely that this specimen represents a member of this theropod clade. Up to date, the particular configuration of the lateroventral region of the neural arch (below the transverse process) was not reported in any other theropod. Some specimens of *Tyrannosaurus rex* Osborn, 1905 and *Struthiomimus altus* (Lambe, 1902) show some faint structures below the transverse process on the anterior caudals, but none approach the condition observed in *Baryonyx walkeri*, *Torvosaurus tanneri* and MN 4743-V.

Among the differences between the Torvosauridae and Spinosauridae is found in the haemal arches, with *Torvosaurus tanneri* having paried processes that are absent in *Suchomimus tenerensis* and *Baryonyx walkeri*. The presence of such processes has been regarded as a synapomorphy of the Tetanurae, reversibly absent in Spinosauridae (SERENO, 1999). The chevrons of MN 4743-V also lack those processes, what suggest that it possible represents a spinosaurid theropod. It should be noted that at the same deposit where MN 4743-V has yielded two spinosaurid taxa, both based solely on cranial material: *Irritator challengeri* (MARTILL *et al.*, 1996) and *Angaturama limai* (KELLNER & CAMPOS, 1996). If MN 4743-V belongs to one or another cannot be established for the time being.

Beside the spinosaurid taxa reported above, the Romualdo *lagerstätte* of the Santana Formation, where MN 4743-V comes from, has furnished some other theropod remains. Those include *Santanaraptor placidus* (KELLNER, 1999) and an unnamed fragmentary postcranial skeleton (Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe - SMNK 2349 PAL, MARTILL *et al.*, 2000). Both belong to very small coelurosaurian theropods, differing therefore from MN 4743-V.

Another specimen, consisting of an incomplete sacrum with a fragment of the ilium (Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart - SMNS 58203, still unprepared) was tentatively referred to the Oviraptorosauria based on the presence of pleuroceols in the centrum of the sacrals (FREY & MARTILL, 1995). This assignment was criticized by MAKOVICKY & SUES (1998), who argue that this character is present in several theropod taxa, and appears to have taken place several times in the Theropoda evolution (HOLTZ, 2000). In any case, MN 4743-V differs by the absence of pleurocoels in the preserved sacral vertebrae.

Lastly, there is a pelvis with segments of the vertebral column and limbs housed at Museu Nacional (MN 4802-V) from this deposit which was briefly mentioned in the literature (CAMPOS & KELLNER, 1991). This specimen was tentatively assigned to the Spinosauridae based on the presence of very tall neural spines in the sacral vertebrae and the particular configuration of a manual ungual (KELLNER, 2001). Although detailed comparisons between MN 4743-V and MN 4802-V will only be possible when the latter is fully prepared, the differences in the projection of the neural spines of the sacral vertebrae suggest that they belong to distinct taxa.

CONCLUSIONS

Despite being studied for several decades, the phylogeny of the Theropoda is far from being resolved. Homoplasies are widespread and several studies show conflicting topologies of the trees (*e.g.*, HOLTZ, 2000; NORELL, CLARK & MAKOVICKY, 2001; SERENO, 1999). There is also a general lack of information regarding sacral and caudal elements. With only a few exceptions, most descriptions do not provide details on the morphology of the sacral and caudal vertebrae. For some theropod clades, the tail is almost completely unknown. This makes the assignment of MN 4743-V to one of the major theropod groups a difficult task.

Based on the available information MN 4743-V shows closer affinities to the Spinosauroidea (Spinosauridae + Torvosauridae). This is supported by the presence of two buttresses and three fossae below the transverse process of the anterior caudal vertebrae that are reported in the spinosaurid *Baryonyx walkeri* and the torvosaurid *Torvosaurus tanneri*. Within this clade, MN 4743-V shows closer affinities to the Spinosauridae, since it lacks paired processes at the chevron (present in *Torvosaurus tanneri*).

Concerning the previous record of theropods in the Santana Formation, there are four specimens that comprise postcranial material that apparently belong to different taxa: the comparatively small coelurosaurs *Santanaraptor placidus* and SMNK 2349 PAL; the incomplete sacrum and ilium of unknown affinities (SMNS 58203); and the complete pelvis with segments of the vertebral column and limbs (MN 4802-V) representing an indeterminate spinosaurid. The new material described here (MN 4743-V) differs from all, indicating the presence of five different theropod species co-existing in the stratigraphic horizon of the Romualdo Member.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank Diogenes de Almeida Campos (Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, Rio de Janeiro), Angela Milner (Natural History Museum, London), Paul Sereno (Field Museum, Chicago), Fernando Novas (Museo Argentino de Ciencias Naturales, Buenos Aires -MACN), Jose Bonaparte (MACN), and Mark Norell (American Museum of Natural History, New York), for allowing the examination of specimens under their care. Helder de Paula Silva is thanked for the initial preparation of MN 4743-V (acid preparation), and Orlando Grillo is thanked for the drawings. Part of the research was developed during the conclusion of the undergraduate studies of one of the authors (J.S.Bittencourt - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto). This project was supported by the Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, grants E-26/172.280/2000 and E-26/152.442/2002 to A.W.A.Kellner) and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

LITERATURE CITED

BEURLEN, K., 1971. As condições ecológicas e faciológicas da formação Santana na chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **43**:411-415.

BITTENCOURT, J.S. & KELLNER, A.W.A., 2002. New theropod remains from the Romualdo Member, Santana Formation (Aptian-Albian), Northeastern Brazil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 3., Rio de Janeiro. **Livro de Resumos...**, Rio de Janeiro: UERJ, p.18.

BONAPARTE, J.F., 1985. A horned Cretaceous carnosaur from Patagonia. **National Geographic Research**, Washington, **1**:149-152.

BONAPARTE J.F., 1996. Cretaceous tetrapods of Argentina. **Münchner Geowissenchaft Abhandlungen (A)**, München, **30**:73-130.

BONAPARTE, J.F. & NOVAS, F.E., 1985. *Abelisaurus comahuensis*, n.gen., n.sp., Carnosauria del Cretácico tardio de Patagonia. **Ameghiniana**, Buenos Aires, **21**(2-4):259-265.

BONAPARTE, J.F.; NOVAS, F.E. & CORIA, R.A., 1990. *Carnotaurus sastrei* Bonaparte, the horned, lightly built carnosaur from the Middle Cretaceous of Patagonia. **Contributions in Science**, Los Angeles, **416**:1-41.

BRITT, B.B., 1991. Theropods of Dry Mesa Quarry (Morrison Formation, Late Jurassic), Colorado, with emphasis on the osteology of Torvosaurus tanneri. **Brigham Young University Geology Studies**, Utah, **37**:1-72.

CAMPOS, D.A. & KELLNER, A.W.A., 1991. Dinosaurs of the Santana Formation with comments on other Brazilian occurrences. In: MAISEY, J.G. (Ed.) **Santana fossils: an illustrated atlas**, Neptune: T.F.H. p.372-375.

CAVALCANTI, V.M.M. & VIANA, M.S.S., 1990. Faciologia dos sedimentos não-lacustres da formação Santana (Cretáceo Inferior da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil). In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1., Crato. **Atas...**, Crato: URCA/SBP, p.193-207.

CHARIG, A.J. & MILNER, A.C., 1986. *Baryonyx walkeri*, a remarkable new theropod dinosaur. **Nature**, London, **324**:11-70.

CHARIG, A.J. & MILNER, A.C., 1997. *Baryonyx walkeri*, a fish-eating dinosaur from the Wealden of Surrey. **Bulletin of the Natural History Museum of London (Geol)**, London, **53**(1):11-70.

COLBERT, E.H., 1970. A saurischian dinosaur from the Triassic of Brazil. **American Museum Novitates**, New York, **2405**:1-39.

COLBERT, E.H., 1989. The Triassic dinosaur *Coelophysis*. **Museum of Northern Arizona Bulletin**, Flagstaff, **57**:1-160.

CORIA, R.A. & SALGADO L., 1998. A basal Abelisauria Novas, 1992 (Theropoda-Ceratosauria) from the Cretaceous of Patagonia, Argentina. **Gaia**, Lisboa, **15**:89-102.

CURRIE, P.J. & CARPENTER, K., 2000. A new specimen of *Acrocanthosaurus atokensis* (Theropoda, Dinosuria) from the Lower Cretaceous Antlers Formation (Lower Cretaceous, Aptian) of Oklahoma, USA. **Geodiversitas**, Paris, **22**(2):207-246.

CURRIE, P.J. & ZHAO, X.J., 1993. A new carnosaur (Dinosauria, Theropoda) from the Jurassic of Xingjiang, People's Republic of China. **Canadian Journal of Earth Sciences**, Dartmouth, **30**(10-11):2037-2081.

FORSTER, C.A. 1999. Gondwana dinosaur evolution and biogeographic analysis. **Journal of African Earth Sciences**, Amsterdan, **28**(1):169-185.

FREY, E. & MARTILL, D.M., 1995. A possible oviraptosaurid theropod from the Santana Formation (Lower Cretaceous, ?Albiano) of Brazil. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monathshefte**, Sttutgart, **1995**(7):397-421.

GAUTHIER, J., 1986. Saurischian monophyly and the origin of birds. **Memoirs of the California Academy of Sciences**, San Francisco, **8**:1-55.

HARRIS, J., 1998. A reanalysis of *Acrocanthosaurus atokensis*, its phylogenetic status and paleobiogeographic implications, based on a new specimen from Texas. **New Mexico Museum National History Bulletin**, Albuquerque, **13**:1-75.

HOLTZ, T.R., 2000. A new phylogeny of the carnivorous dinosaurs. **Gaia**, Lisboa, **15**:5-61.

KELLNER, A.W.A., 1995. Técnica de preparação para tetrápodes fósseis preservados em rochas calcárias. **A Terra em Revista**, Rio de Janeiro, **1**(0):24-31.

KELLNER, A.W.A., 1996. Remarks on Brazilian dinosaurs. **Memoirs of the Queensland Museum**, Brisbane, **39**(3):611-626.

KELLNER, A.W.A., 1998. Panorama e Perspectiva do Estudo de Répteis Fósseis do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **70**(3):647-676.

KELLNER, A.W.A., 1999. Short note on a new dinosaur (Theropoda, Coelurosauria) from the Santana Formation (Romualdo Member, Albian), Northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, Rio de Janeiro (49):1-8.

KELLNER, A.W.A., 2001. New information on the theropod dinosaurs from the Santana Formation (Aptian-Albian), Araripe Basin, Northeastern Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Illinois, **21**(supp.3):67A.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 1996. First Early Cretaceous theropod dinosaur from Brazil with comments on Spinosauridae. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhadlungen**, Sttutgart, **199**(2):151-166.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 1999. Vertebrate paleontology in Brazil- a review. **Episodes**, Beijing, **22**(3):238-251.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 2000. Brief review of dinosaur studies and perspectives in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **72**(4):509-538.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 2002. On a theropod dinosaur (Abelisauria) from the continental Cretaceous of Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, **60**(3):163-170.

KELLNER, A.W.A. & TOMIDA, Y., 2000. Description of a new species of Anhangueridae (Pterodactyloidea) with comments on the pterosaur fauna from the Santana Formation (Aptian-Albian), Northeastern Brazil. **National Science Museum Monographs**, Tokyo, **17**:1-135.

MADSEN, J.H., 1993. *Allosaurus fragilis*: a revised osteology. **Bulletin of Utah Geological Survey**, Utah, **109**:1-163.

MAISEY, J.G. (Ed.), 1991. **Santana fossils: an illustrated atlas**. Neptune: T.F.H. 459p.

MAKOVICKY, P., 1997. Postcranial axial skeleton, comparative anatomy. In: CURRIE, P.J. & PADIAN, K. (Eds.) **Encyclopedia of dinosaurs**. San Diego: Academic Press. p.579-590.

MAKOVICKY, P.J. & SUES, H.D., 1998. Anatomy and Phylogenetic Relationships of the Theropod Dinosaur *Microvenator celer* from the Lower Cretaceous of Montana. **American Museum Novitates**, New York, **3240**:1-27.

MARTILL, D.M.; CRUICKSHANK, A.R.I.; FREY, E.; SMALL, P.G. & CLARKE, M., 1996. A new crested maniraptoran dinosaur from the Santana Formation (Lower Cretaceous) of Brazil. **Journal of the Geological Society of London**, London, **153**(1):5-8.

MARTILL, D.M.; FREY, E.; SUES, H.D.; CRUICKSHANK, A.R.I., 2000. Skeletal remains of a small theropod dinosaur with associated soft structures from the Lower Cretaceous Santana Formation of Northeastern Brazil. **Canadian Journal of Earth Sciences**, Dartmouth, **37**:891-900.

NORELL, M.A.; CLARK, J.M. & MAKOVICKY, P.J., 2001. Phylogenetics relationships among coelurosaurian theropods. In: GAUTHIER, J. & GALL. L.F. (Eds.) **New Perspectives on the Origin and Early Evolution of Birds: Proceedings of the International Symposium in Honor of John H. Ostrom**. New Haven: Peabody Museum of Natural History. p.49-66.

NORELL, M.A. & MAKOVICKY, P.J., 1997. Important features of the dromaeosaur skeleton: information from a new specimen. **American Museum Novitates**, New York, **3215**:1-28.

NOVAS, F.E., 1991. Relaciones filogeneticas de los dinosaurios teropodos ceratosaurios. **Ameghiniana**, Buenos Aires, **28**(3-4):410.

NOVAS, F.E., 1997. Abelisauridae. In: CURRIE, P.J. & PADIAN, K. (Eds.) **Encyclopedia of dinosaurs**. San Diego: Academic Press. p.1-2.

PONS, D. ; BERTHOU, P.Y. & CAMPOS, D.A., 1990. Quelques observations sur la palynologie de l'Aptien Supérieur et de l'Albien du bassin d' Araripe (N.E. du Brésil). In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1., Crato. **Atas...**, Crato: URCA. p.141-152.

RAUHUT, O., 1998. *Elaphrosaurus bambergi* and the early evolution of theropod dinosaurs. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Illinois, **18**(supp.3):71A.

SAMPSON, S.D.; CARRANO, M.T.; FORSTER, C.A., 2001. A bizarre predatory dinosaur from the Late Cretaceous of Madagascar. **Nature**, London, **409**:504-506.

SAMPSON, S.D.; KRAUSE, D.W.; DODSON, P. & FORSTER, C.A., 1996. The premaxilla of *Majungasaurus* (Dinosauria: Theropoda) with implications for Gondwanan paleobiogeography. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Illinois, **16**(4):601-605.

SAMPSON, S.D.; WITMER, L.M.; FORSTER, C.A.; KRAUSE, D.W.; O'CONNOR, P.M.; DODSON, P. & RAVOAVY, F., 1998. Predatory dinosaur remains from Madagascar: Implications for the Cretaceous biogeography of Gondwana. **Science**, Washington, **280**:1048-1051.

SERENO, P.C., 1999. The evolution of dinosaurs. **Science**, Washington, **284**:2137-2147.

SERENO, P.C.; BECK, A.L.; DUTHEIL, D.B.; GADO, B.; LARSSON, H.C.E.; LYON, G.H.; MARCOT, J.D.; RAUHUT, O.W.M.; SADLEIR, R.W.; SIDOR, C.A.; VARRICCHIO, D.D.; WILSON, G.P. & WILSON, J.A., 1998. A long-snouted predatory dinoaur from Africa and the evolution of spinosaurids. **Science**, Washington, **282**:1298-1302.

SERENO, P.C.; DUTHEIL, D.B.; IAROCHENE, M.; LARSSON, H.C.E.; LYON, G.H.; MAGWENE, P.M.; SIDOR, C.A.; VARRICCHIO, D.J. & WILSON, J.A., 1996. Predatory dinosaurs from the Sahara and Late Cretaceous faunal differentiation. **Science**, Washington, **272**:986-991.

SUES, H.D.; FREY, E.; MARTILL, D.M. & SCOTT, D.M., 2002. *Irritator challengeri*, a spinosaurid (Dinosauria:Theropoda) from the Lower Cretaceous of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Illinois, **22**(3):535-547.

TAQUET & RUSSEL, 1998. New data on spinosaurid dinosaurs from the Early Cretaceous of the Sahara. **Compte Rendues Academie des Sciences**, Sciences de la terre et des planètes, Paris, **327**:347-353.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.3, p.321-336, jul./set.2004
ISSN 0365-4508

ESTUDO MINERALÓGICO E QUÍMICO DA CASSITERITA E DE SUAS INCLUSÕES SÓLIDAS: IMPLICAÇÃO COM A PARAGÊNESE DAS MINERALIZAÇÕES DA PROVÍNCIA PEGMATÍTICA DE SÃO JOÃO DEL REI, MINAS GERAIS, BRASIL [1]

(Com 9 figuras)

RONALDO MELLO PEREIRA [2]
CIRO ALEXANDRE ÁVILA [3]
REINER NEUMANN [4]

RESUMO: A Província Pegmatítica de São João del Rei ocupa uma área de cerca de 1400km^2 (70km de comprimento por 20km de largura) e abrange os municípios de Nazareno, São Tiago, Cassiterita, São João del Rei, Ritápolis e Coronel Xavier Chaves, na porção sul do Estado de Minas Gerais. Nesta província destaca-se a presença de um enxame de corpos pegmatíticos mineralizados em Sn e Ta, que cortam as rochas do *Greenstone Belt* Barbacena e de diversos corpos plutônicos paleoproterozóicos. Os corpos pegmatíticos, de idade não determinada, foram espacialmente associados ao Granitóide Ritápolis, cuja idade mínima de cristalização (evaporação de Pb em zircão) é de 2.121 ± 7 Ma. Análises semiquantitativas por MEV-EDS de grãos de cassiterita de oito amostras de quatro áreas desta província (Nazareno - São Tiago; Ritápolis; São João del Rei; e Coronel Xavier Chaves) apontam variações no conteúdo de SnO_2 (94,5 a 99,0% em peso), Ta_2O_5 (0,6 a 4,4% em peso) e Nb_2O_5 (0,1 a 1,0% em peso). Análises das inclusões sólidas encontradas nesses mesmos grãos de cassiterita por MEV-EDS indicam a presença de columbita-tantalita, tantalita, tantalita rica em Pb, tantalita rica em Mn, microlita, bariomicrolita, pirocloro, hafnão zirconífero, zircão hafnífero, zircão, esfalerita, biotita, albita, rutilo com nióbio e prováveis wodginita e ferrowodginita. As inclusões de zircão hafnífero, microlita e bariomicrolita nos grãos de cassiterita estudados indicam que a mineralização em estanho sucedeu à fase mineralizadora responsável pela cristalização destes três minerais, desenvolvendo-se, também durante a fase hidrotermal dos pegmatitos. Ainda em relação a paragênese das mineralizações pegmatíticas, indica-se que as inclusões de columbita-tantalita, tantalita, tantalita rica em Pb e tantalita rica em Mn, hospedadas na cassiterita apontam para o seu caráter tardio, em relação aos niobotantalatos.

Palavras-chave: pegmatito, cassiterita, inclusões sólidas, zircão hafnífero, Minas Gerais.

ABSTRACT: Mineralogical and chemical studies of cassiterite and its solid inclusions: relationship with the mineral paragenesis from the São João del Rei Pegmatite Province, Minas Gerais, Brazil.

The São João del Rei Pegmatite Province extends over 1400km^2 in the southern portion of the Minas Gerais State, Brazil. This pegmatite province is characterized by Sn-Ta bearing granite pegmatite swarms which are distributed along the Nazareno - São Tiago (Volta Grande pegmatites), Ritápolis (Paiol mine and Penedo pegmatites), São João del Rei and Coronel Xavier Chaves (Garimpo Cascalho Preto) areas. The pegmatites have expressive cassiterite - tantalite modal contents and cut the sequences of the Barbacena Greenstone Belt being spatially associated with the paleoproterozoic Ritápolis Granitoid (2.121 ± 7 Ma). Semi quantitative SEM-EDS analyses of cassiterite grains from the pegmatites of four areas indicate wide compositional range: 94,5 – 99,0% wt. of SnO_2; 0,6 - 4,4% wt. of Ta_2O_5 and 0,1 – 1,0% wt. of Nb_2O_5. Analysis of solid inclusions hosted in the cassiterite reveal the presence of columbite-tantalite, tantalite, manganotantalite, plumbotantalite, pyrochlore, microlite, bariomicrolite, zirconiferous hafnon, hafniferous zircon, zircon, sphalerite, biotite, albite, rutile with niobium and probable wodginite and ferrowodginite. The hafniferous zircon, bariomicrolite and microlite inclusions hosted in the cassiterite indicate that Sn mineralization process developed during a hydrothermal stage in the pegmatites bodies. The inclusions of columbite-tantalite, tantalite, manganotantalite and plumbotantalite in the cassiterite point to a late crystallization stage of this mineral in relations to the former niobates-tantalates.

Key words: pegmatite, cassiterite, solid inclusions, hafniferous zircon, Minas Gerais.

---

[1] Submetido em 18 de fevereiro de 2003. Aceito em 23 de março de 2004.
Projeto desenvolvido no Museu Nacional/UFRJ e na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

[2] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Departamento de Geologia Aplicada. Rua São Francisco Xavier 524/2019A, Maracanã, 20540-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: rmello@uerj.br.

[3] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: avila@mn.ufrj.br.

[4] Centro de Tecnologia Mineral, Coordenação de Análises Minerais. Avenida Ipê 900, Ilha da Cidade Universitária, 21941-590, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

INTRODUÇÃO

A Província Pegmatítica de São João del Rei (Fig.1), situada na porção sul do Estado de Minas Gerais tem cerca de 70km de comprimento e 20km de largura, abrangendo os municípios de Nazareno, São Tiago, Cassiterita, São João del Rei, Ritápolis e Coronel Xavier Chaves. Ao longo do tempo, a área em questão recebeu diversas denominações, como Região Estanífera de São João del Rei (GUIMARÃES & GUEDES, 1944), Província Estanífera do Rio das Mortes (ROLFF, 1947, 1948), Província Estanho-Litinífera do Rio das Mortes (ROLFF, 1952), Província Metalogenética Estano-Tantalífera de São João del Rei (GUIMARÃES, 1956), Província Pegmatítica de São João del Rei (FRANCESCONI, 1972; QUÉMÉNEUR, 1987) e Distrito Pegmatítico de São João del Rei (HEINRICH, 1964; PIRES & PIRES, 1992).

Dessa ampla província vem sendo extraída, desde há muito, uma série de recursos minerais, que incluem ouro, manganês, estanho e tântalo. O ouro foi o primeiro recurso a ser explotado e teve o seu apogeu durante os tempos coloniais, enquanto a cassiterita foi identificada por volta de 1940 e extraída, sobretudo das aluviões do córrego do Paiol, no antigo distrito de Santa Rita do Rio Abaixo (COELHO, 1942), hoje correspondendo à cidade de Ritápolis. Da explotação dos depósitos aluvionares e eluvionares, passou-se, rapidamente, para a lavra dos corpos pegmatíticos portadores de cassiterita e tantalita. Tornaram-se famosas na geologia do Brasil, dentre outras, as minas do Paiol em Ritápolis e do Volta Grande e Brasil nos municípios de Nazareno e São Tiago. Merecedoras de registro também foram os garimpos do Mato Virgem, Cavalo do Buraco, Socêgo e Cascalho Preto em Coronel Xavier Chaves e os pegmatitos de Penedo e Prainha em Ritápolis.

As reservas de cassiterita e tantalita dessa região foram rapidamente exauridas em virtude da intensa atividade mineira que lá ocorreu e por serem, em sua quase totalidade, representadas por depósitos primários e secundários de pequeno porte. Hoje são explotados somente os corpos pegmatíticos da área próxima ao Volta Grande, voltados principalmente para a produção de concentrados de tântalo (tantalita e microlita), estanho (cassiterita) e, futuramente, lítio (espodumênio).

Este trabalho tem como objetivo proporcionar uma nova abordagem sobre a paragênese mineral presente nos corpos pegmatíticos da região de São João del Rei a partir dos resultados obtidos por microscopia eletrônica de varredura (MEV) em diversos grãos de cassiterita.

Contexto Geológico

Em relação à geologia, a região onde insere-se a Província Pegmatítica de São João del Rei é representada, em grande parte, por quatro conjuntos litológicos distintos (Fig.2): uma unidade *greenstone belt*, de idade desconhecida, composta de rochas vulcânicas/plutônicas ultramáficas e máficas intercaladas ou associadas com rochas metassedimentares, que foi correlacionada por PIRES & PORTO JÚNIOR (1986) ao *Greenstone Belt* Barbacena; corpos plutônicos paleoproterozóicos variando desde gabros até granitos (QUÉMÉNEUR & BARAUD, 1983; ÁVILA, 1992, 2000; TOLEDO, 2002; ÁVILA *et al.*, 2003; ÁVILA, TEIXEIRA & PEREIRA, 2004); rochas vulcânicas/subvulcânicas félsicas paleoproterozóicas da Suíte Serrinha (ÁVILA *et al.*, 1999; ÁVILA, 2000); e rochas metassedimentares proterozóicas das megasseqüências São João del Rei, Carandaí e Andrelândia (RIBEIRO *et al.*, 1995, 2003).

Dentre os diversos plutons félsicos de idade paleoproterozóica, destaca-se um corpo de proporções batolíticas, que tem recebido diferentes designações (Granito Ritápolis - QUÉMÉNUR & BARAUD, 1983; Granito Santa Rita - PIRES & PORTO JÚNIOR, 1986; Granitóide Ritápolis - ÁVILA, 2000). Diversos autores (GUIMARÃES & GUEDES, 1944; FRANCESCONI, 1972; QUÉMÉNEUR & BARAUD, 1983; PIRES & PORTO JÚNIOR, 1986) propuseram que os corpos pegmatíticos, contendo tantalita, microlita, cassiterita e espodumênio, estariam associados àquele corpo batolítico, que possui idade mínima de cristalização (evaporação de Pb em zircão) de 2.121 ± 7 Ma (ÁVILA *et al.*, 1998).

Os corpos pegmatíticos mineralizados em cassiterita e tantalita encontram-se espalhados por toda a Província Pegmatítica de São João del Rei, enquanto os corpos litiníferos (com cassiterita, tantalita e microlita) concentram-se na área de Nazareno e foram denominados de enxame de pegmatitos do Volta Grande. Este enxame é representado por uma série de corpos (A, B, C, D, E, F), que formam grandes massas lenticulares, suborizontais, ricas em espodumênio e, secundariamente, em lepidolita e com teores anômalos de Cs e Rb (LAGACHE & QUÉMÉNEUR, 1997).

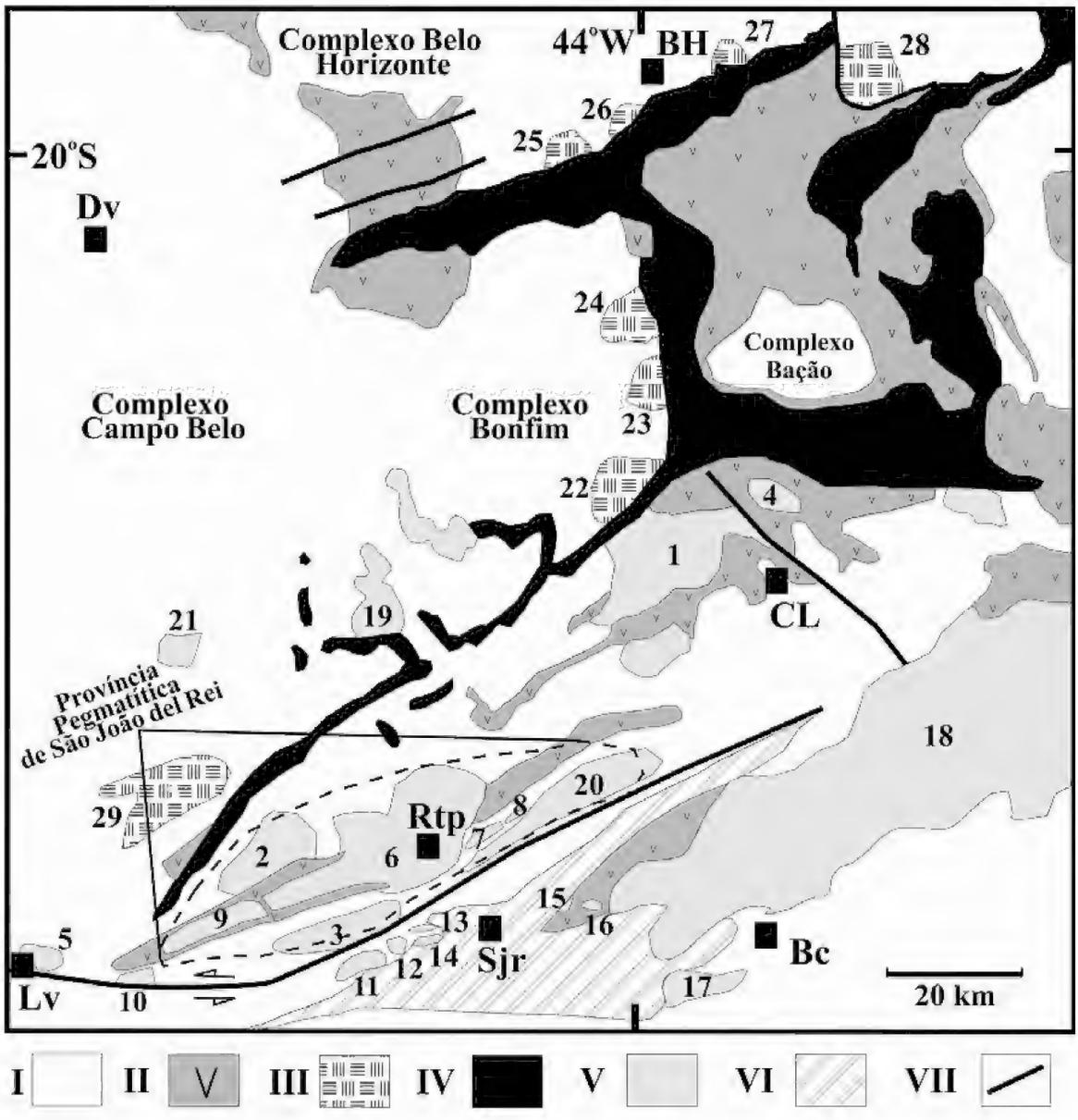


Fig.1- Mapa geológico esquemático da borda meridional do Cráton São Francisco com a localização aproximada da Província Pegmatítica de São João del Rei. Modificado de AVILA *et al.* (2003). Forma aproximada dos corpos plutônicos modificada de PEDROSA SOARES *et al.* (1994), ENDO (1997), NOCE, MACHADO & TEIXEIRA (1998), ÁVILA (2000) e TOLEDO (2002). (I) embasamento Arqueano parcialmente retrabalhado no Paleoproterozóico, (II) *greenstone belts* Rio das Velhas e Barbacena, (III) granitóides arqueanos, (IV) Supergrupo Minas (Paleoproterozóico - Sideriano), (V) gabros, dioritos e granitóides paleoproterozóicos, (VI) rochas metassedimentares proterozóicas: megasseqüências São João del Rei (Paleoproterozóico - Estateriano), Carandaí (Mesoproterozóico) e Andrelândia (Neoproterozóico), (VII) falhas. Cidades: (Lv) Lavras, (Sjr) São João del Rei, (Rtp) Ritápolis, (Bc) Barbacena, (CL) Conselheiro Lafaiete, (Dv) Divinópolis, (BH) Belo Horizonte. Corpos plutônicos: (1) Batólito Alto Maranhão, (2) Trondhjemito Tabuões, (3) Tonalito/Trondhjemito Cassiterita, (4) Trondhjemito Congonhas, (5) Granitóide Lavras, (6) Granitóide Ritápolis, (7) Diorito Brumado, (8) Quartzo Monzodiorito Glória, (9) Diorito Rio Grande, (10) Granitóide Itutinga, (11) Gabro São Sebastião da Vitória, (12) Quartzo Diorito do Brito, (13) Granodiorito Brumado de Baixo, (14) Suíte Serrinha (Granodiorito Brumado de Cima e corpos granofíricos), (15) Granitóide de Tiradentes, (16) Gabro Vitoriano Veloso, (17) Granito Campolide, (18) Complexo Ressaquinha, (19) Granito Alto Jacarandá, (20) Gnaisse Granítico Fé, (21) Granitóide Oliveira, (22) Granito Salto do Paraopeba, (23) Granodiorito Mamona, (24) Tonalito Samambaia, (25) Granodiorito Ibirité, (26) Granito Morro da Pedra, (27) Granito General Carneiro, (28) Granodiorito Caeté, (29) Granito Bom Sucesso.

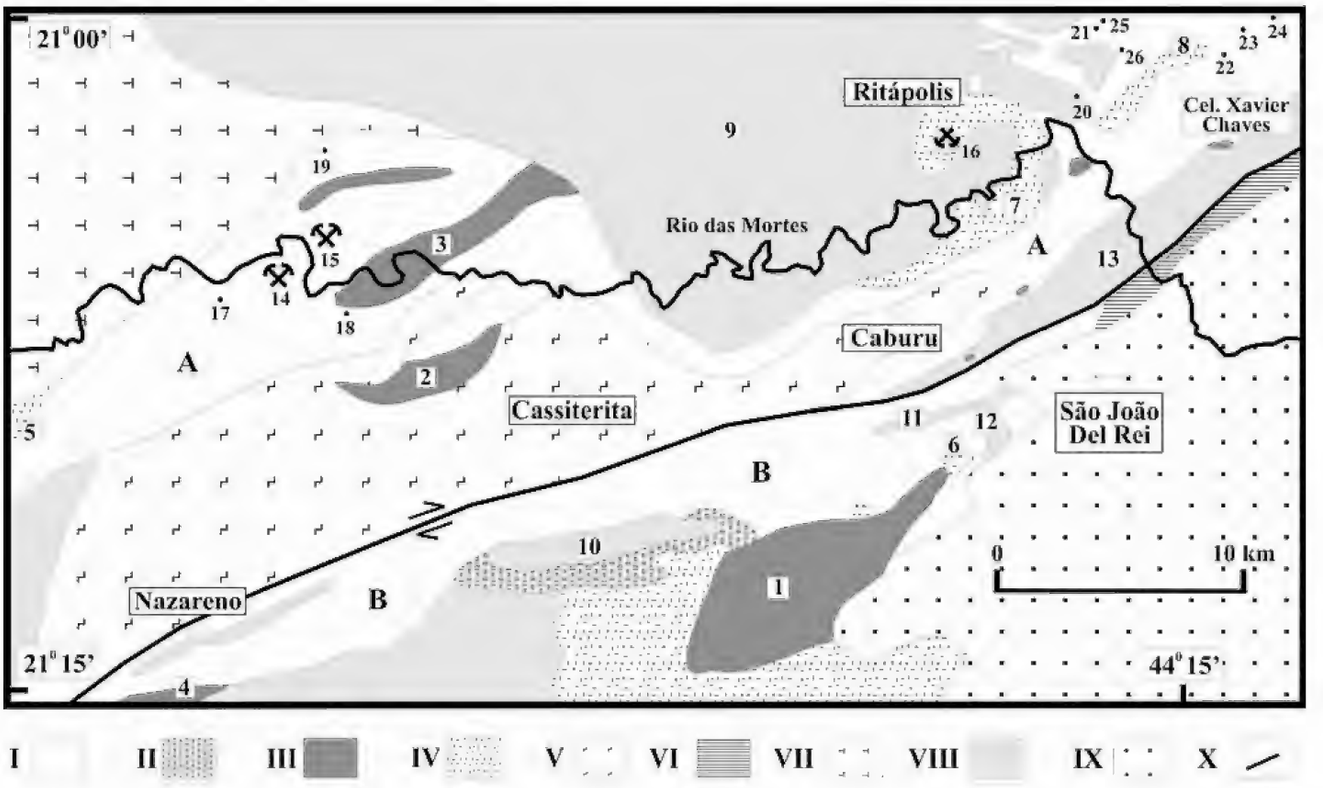


Fig.2- Mapa geológico da região entre as cidades de Nazareno e Coronel Xavier Chaves mostrando a distribuição dos principais corpos pegmatíticos explotados da Província Pegmatítica de São João del Rei. Modificado de ÁVILA *et al.* (2003). (I) gnaisses e rochas do *Greenstone Belt* Barbacena: (A) Faixa Rio das Mortes - predominância de anfibolitos, pelitos e gonditos, (B) Faixa Nazareno - predominância de rochas metaultramáficas komatiíticas, pelitos e quartzitos, (II) Peridotito-Piroxenito Forro, (III) piroxenitos/gabros, (IV) dioritos/quartzo dioritos, (V) Tonalito-Trondhjemito Cassiterita, (VI) gnaisse granítico milonitizado, (VII) Trondhjemito Tabuões, (VIII) granitóides paleoproterozóicos, (IX) rochas metassedimentares proterozóicas: megasseqüências São João del Rei (Paleoproterozóico - Estateriano), Carandaí (Mesoproterozóico) e Andrelândia (Neoproterozóico), (X) falha transcorrente. (1) Gabro São Sebastião da Vitória, (2) Piroxenito-Gabro Manuel Inácio, (3) Gabro Rio dos Peixes, (4) Gabro Rio Grande, (5) Diorito Rio Grande, (6) Quartzo Diorito do Brito, (7) Diorito Brumado, (8) Quartzo Monzodiorito Glória, (9) Granitóide Ritápolis, (10) Granitóide do Lajedo, (11) Granodiorito Brumado de Baixo, (12) Suíte Serrinha (Granodiorito Brumado de Cima e corpos granofíricos), (13) Gnaisse Granítico Fé, (14) Mina do Volta Grande, (15) Mina Minas Brasil, (16) Mina do Paiol, (17) Pegmatito do Fundão, (18) Pegmatito Serra, (19) Pegmatito do Fumal, (20) Pegmatito Olaria, (21) Pegmatito Penedo, (22) Pegmatito Mato Virgem, (23) Pegmatito Socêgo, (24) Pegmatito Cascalho Preto, (25) Pegmatito Cavalo do Buraco, (26) Pegmatito Prainha.

MATERIAL ANALISADO

Foram estudados diversos grãos de cassiterita de oito amostras oriundas tanto de concentrados de minério dos corpos pegmatíticos, quanto de concentrados de minerais pesados de cursos d'águas, que cortam corpos mineralizados de quatro áreas produtoras de Sn e Ta da Província Pegmatítica de São João del Rei. Estas áreas correspondem a: Nazareno - São Tiago (três amostras); Ritápolis (três amostras); São João del Rei (uma amostra); e Coronel Xavier Chaves (uma amostra).

Das amostras da área de Nazareno - São Tiago, a primeira corresponde a um concentrado de minério da Mina do Volta Grande (corpo A), que pertence à coleção de minerais do Museu Nacional sob o registro M-6864; a segunda amostra provém de um concentrado de bateia coletado em um pequeno córrego, que corta o corpo E da Mina do Volta Grande; a terceira amostra também é oriunda do acervo do Museu Nacional (M-6868), sendo proveniente de um concentrado de um pegmatito da região de São Tiago.

Da área de Ritápolis foram analisados cristais de cassiterita de um concentrado de minério da Mina

do Paiol (M-6865, coleção de minerais do Museu Nacional) e de dois concentrados de bateia, coletados no córrego Carioca, situado na localidade de Penedo e no córrego Pernambuco, próximo da antiga estação de Ibitutinga. Ambos os córregos encontram-se situados na folha topográfica São João del Rei (SF-23-X-C-II-1) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000.

Da área de Coronel Xavier Chaves foram retirados grãos de cassiterita de uma amostra de concentrado de bateia do córrego do Cascalho Preto, que recebeu durante anos o produto do rejeito do antigo garimpo do Cascalho Preto, enquanto na área de São João del Rei os grãos de cassiterita provêm de um concentrado de minerais pesados coletado nas cabeceiras do córrego do Cunha, Distrito de Caburu.

No presente estudo, não se teve acesso ao material que possibilitou a GUIMARÃES (1950) e GUIMARÃES & BELEZKJI (1956) apontarem que a cassiterita está relacionada ao estágio magmático (cálcio-sódico) da evolução dos corpos pegmatíticos.

MÉTODO DE ANÁLISE

Seções polidas contendo grãos de cassiterita foram recobertas com carbono e analisadas semiquantitativamente via microscópio eletrônico de varredura (LEO S440) do Centro de Tecnologia Mineral, equipado com sistema de microanálise de raios X por espectroscopia de energia dispersiva (MEV-EDS). As análises visaram à determinação da composição química das diversas amostras de cassiterita, bem como a caracterização de suas principais inclusões sólidas.

As imagens dos grãos de cassiterita e de suas inclusões sólidas foram geradas por detector de elétrons retro-espalhados, que produz níveis de cinza proporcionais ao peso atômico médio do material analisado. Foram obtidos espectros de composição química qualitativa por dispersão de energia em pontos de área de aproximadamente 1μm de raio, selecionados nas imagens. O equipamento foi calibrado com padrão de cobalto de pureza 99,995% a cada hora, de forma a eliminar ou minimizar os efeitos de flutuação na intensidade do feixe. O tempo de aquisição de espectro para o padrão e para cada análise foi de 100 segundos, mais a correção de *dead time*. O tempo de processamento foi fixado em quatro repetições. A quantificação dos elementos a partir dos espectros considerou correções de ZAF (números atômico e de massa, fluorescência) e foi realizada a partir da utilização do programa SEMQUANT, da suíte Oxford ISIS L300, com detetor de SiLi Pentafet, janela ultrafina ATW II, de resolução de 133 eV para 5,9 keV.

Nas análises semiquantitativas por EDS foram utilizados padrões certificados fornecidos pela empresa inglesa Micro-Analysis Consultants Limited (padrão registrado n°3890), sendo Sn, Fe, Nb, Ta, Bi, Ti, Mn, Zr, Hf e W metais com pelo menos 99,9% de pureza, Na de jadeíta, In de InAs, Pb de PbTe, Ca de wollastonita sintética, U e Th são óxidos e Ba de BaF_2.

RESULTADOS OBTIDOS

Nos grãos minerais, os pontos selecionados para análise por MEV foram aqueles que se encontravam em áreas com aspectos bem homogêneos, sem apresentar variações nas tonalidades de cinza indicativas de zonamento composicional. Como precaução adicional, também, procurou-se fazer as leituras em regiões destituídas de inclusões sólidas e/ou fases exsolvidas, tomando-se o cuidado para que as mesmas estivessem afastadas o suficiente para que o feixe de elétrons incidisse somente nos locais selecionados.

Os teores de SnO_2 dos grãos de cassiterita das amostras estudadas variam de 94,5% a 99,0% em peso (Tab.1). Com relação aos demais óxidos, registra-se que o Ta_2O_5 é o mais abundante, sendo os maiores valores (4,2% a 4,4% em peso) determinados nas amostras provenientes das áreas de Nazareno - São Tiago e São João del Rei, enquanto Nb_2O_5 mostra concentrações sempre inferiores a 1% em peso, não tendo sido detectado na amostra oriunda do córrego Carioca, área de Ritápolis. Destaca-se, ainda, que os grãos de cassiterita de um concentrado de um pegmatito da região de São Tiago (M-6868), área de Nazareno - São Tiago, e os de um concentrado de minério da Mina do Paiol (M-6865), área de Ritápolis, apresentam expressivos conteúdos de Bi_2O_3 e In_2O_3, embora inferiores a 0,5% em peso.

Em relação às inclusões sólidas hospedadas nos grãos de cassiterita, constata-se que amostras das quatro áreas estudadas diferem quanto à quantidade e à diversidade mineralógica (Tab.2). Os grãos de cassiterita das amostras do pegmatito do Volta Grande (corpo A), área de Nazareno - São Tiago, possuem poucas inclusões sólidas, representadas por columbita-tantalita, tantalita rica em Mn e zircão hafnífero, enquanto os grãos de cassiterita da amostra da drenagem que corta o

corpo E, área de Nazareno - São Tiago, possuem microlita, zircão hafnífero (Fig.3), hafnão zirconífero (PEREIRA *et al.*, 2002, 2003), tantalita rica em Pb com cerca de 13,5% em peso de PbO (Fig.4) e rutilo rico em Nb com aproximadamente 25% em peso de Nb_2O_5 (Fig.5). Os teores de HfO_2 do zircão hafnífero variam entre 36,8 e 41,3% em peso, enquanto do hafnão zirconífero entre 47,7% e 48,4% em peso (PEREIRA *et al.*, 2003). As inclusões sólidas observadas nos grãos de cassiterita da amostra de um pegmatito da região de São Tiago (M-6868), área de Nazareno - São Tiago, são freqüentes e variadas, sendo observadas columbita-tantalita (com termos ora mais tantalíferos, ora mais niobíferos), microlita, pirocloro, bariomicrolita, zircão hafnífero (com cerca de 30% em peso de HfO_2) e possivelmente wodginita e ferrowodginita.

Na área de Ritápolis, os grãos de cassiterita da amostra oriunda da Mina do Paiol (M-6865) contêm poucas inclusões sólidas, sendo elas representadas por tantalita rica em Pb, pirocloro e, mais raramente, por zircão com teor muito baixo de HfO_2, em torno de 1% em peso. Já os grãos de cassiterita da amostra coletada no córrego Carioca possuem grande quantidade de inclusões sólidas, representadas por microlita, tantalita rica em Pb, columbita-tantalita, zircão hafnífero com até 20% em peso de HfO_2 (Fig.6), esfalerita, biotita e albita. Os grãos de cassiterita da amostra do córrego Pernambuco possuem, por sua vez, inclusões sólidas de columbita-tantalita, tantalita rica em Pb, microlita, albita, zircão hafnífero (com 19% em peso de HfO_2) e possivelmente ferrowodginita.

A maior diversidade mineralógica foi determinada nos grãos de cassiterita da amostra do córrego do Cascalho Preto, área de Coronel Xavier Chaves (Tab.2). Nesses grãos, as principais inclusões foram de tantalita, columbita-tantalita, tantalita rica em Pb, microlita, pirocloro, bariomicrolita (Fig.7), biotita e zircão hafnífero com cerca de 26% em peso de HfO_2.

Nos grãos de cassiterita do córrego do Cunha, área de São João del Rei, poucas inclusões foram determinadas, sendo estas representadas por columbita-tantalita, tantalita rica em Pb (Fig.8) e possivelmente ferrowodginita.

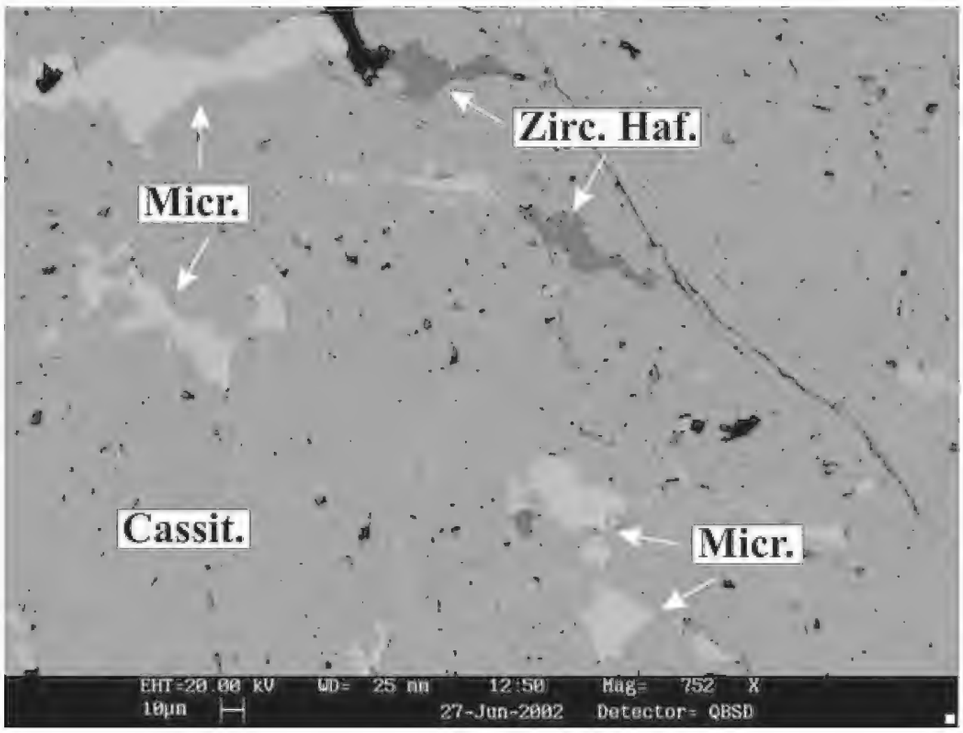
O óxido de tântalo contendo estanho, ferro, nióbio e manganês, foi considerado no presente trabalho como um possível representante do grupo da wodginita (Tabs.2-3). Este mineral foi encontrado, até o presente momento, como inclusão nos grãos de cassiterita das seguintes amostras: pegmatito de São Tiago, área de Nazareno - São Tiago; córrego Pernambuco, área de Ritápolis; e córrego do Cunha, área de São João del Rei. Na área de Nazareno - São Tiago, a composição química se assemelha à da wodginita propriamente dita, enquanto nas áreas de São João del Rei e Ritápolis a composição desse mineral assemelha-se àquela determinada por TINDLE, BREAKS & WEBB (1998) para a ferrowodginita (Tab.3).

Tabela 1. Composição química semiquantitativa (% em peso) por MEV-EDS de diversos grãos de cassiterita de amostras de quatro áreas mineralizadas da Província Pegmatítica de São João del Rei.

ÁREAS ESTUDADAS	NAZARENO - SÃO TIAGO					RITÁPOLIS				CORONEL XAVIER CHAVES		SÃO JOÃO DEL REI	
LOCAL DE AMOSTRAGEM	○			■		□		▲	△	◇		◆	
FeO	-	-	-	0,3	0,3	-	0,5	0,3	-	-	-	0,3	-
Nb_2O_5	0,2	0,1	0,3	-	0,6	0,2	0,3	0,9	0,1	-	-	0,1	0,5	0,1
SnO_2	98,6	97,3	99,0	98,4	94,5	96,5	94,9	96,2	97,6	98,8	98,5	98,7	96,7	97,4	95,7	97,2	0,7	1,0	0,7	0,6	98,2	97,9	95,2
Ta_2O_5	1,1	1,6	0,6	1,2	3,3	2,3	4,2	1,1	1,1	1,1	1,5	0,8	1,7	1,5	3,4	2,2	1,2	1,5	4,4
Bi_2O_3	-	-	-	-	0,1	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
In_2O_3	-	-	-	-	0,3	0,1	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
TOTAL	99,9	99,0	99,9	99,6	99,1	99,4	99,6	99,3	99,6	99,9	100,0	99,5	99,1	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	99,7

(○) Volta Grande corpo E, (■) São Tiago, (□) Mina do Paiol, (▲) Córrego Carioca, (△) Córrego Pernambuco, (◇) Córrego do Cascalho Preto, (◆) Córrego do Cunha.

3



4

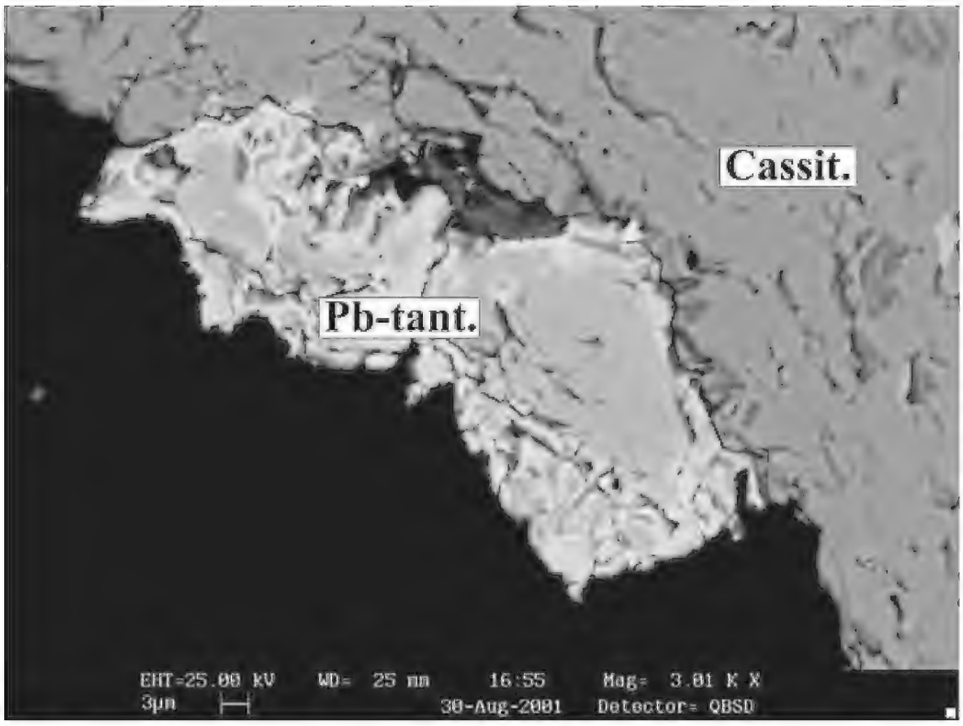
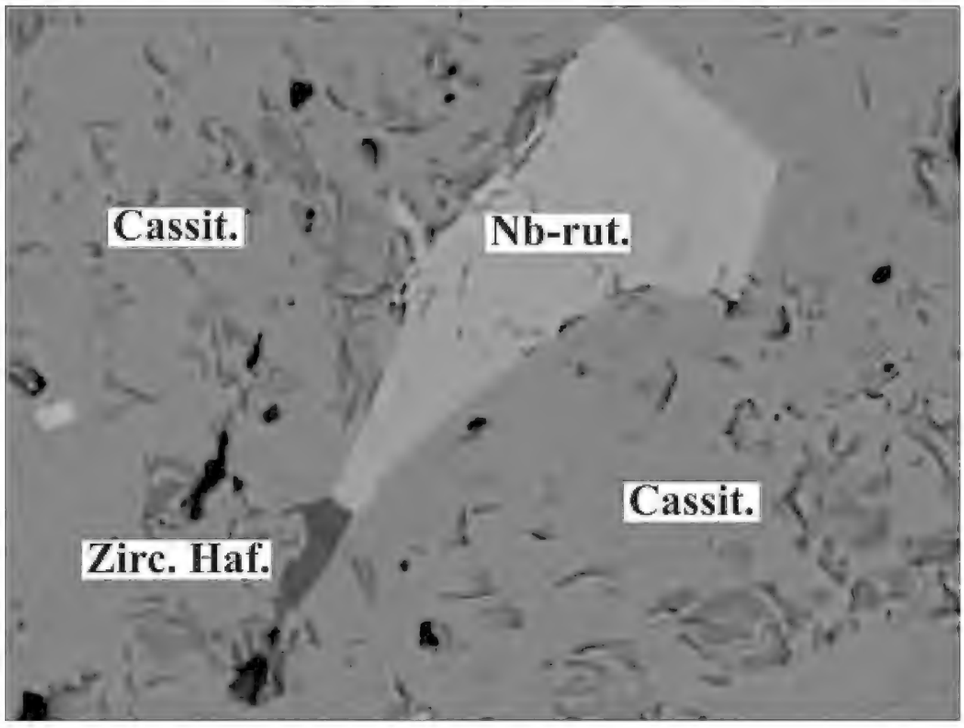


Imagem de elétrons retroespalhados em MEV mostrando: fig.3- diversas inclusões de microlita (Micr.) e zircão hafnífero (Zirc. Haf.) contidos em grão de cassiterita (Cassit.) da drenagem que corta o corpo E, área de Nazareno - São Tiago; fig.4- grão de tantalita rica em Pb (Pb-tant.) em contato com cristal de cassiterita (Cassit.) da drenagem que corta o corpo E, área de Nazareno - São Tiago.

5



6

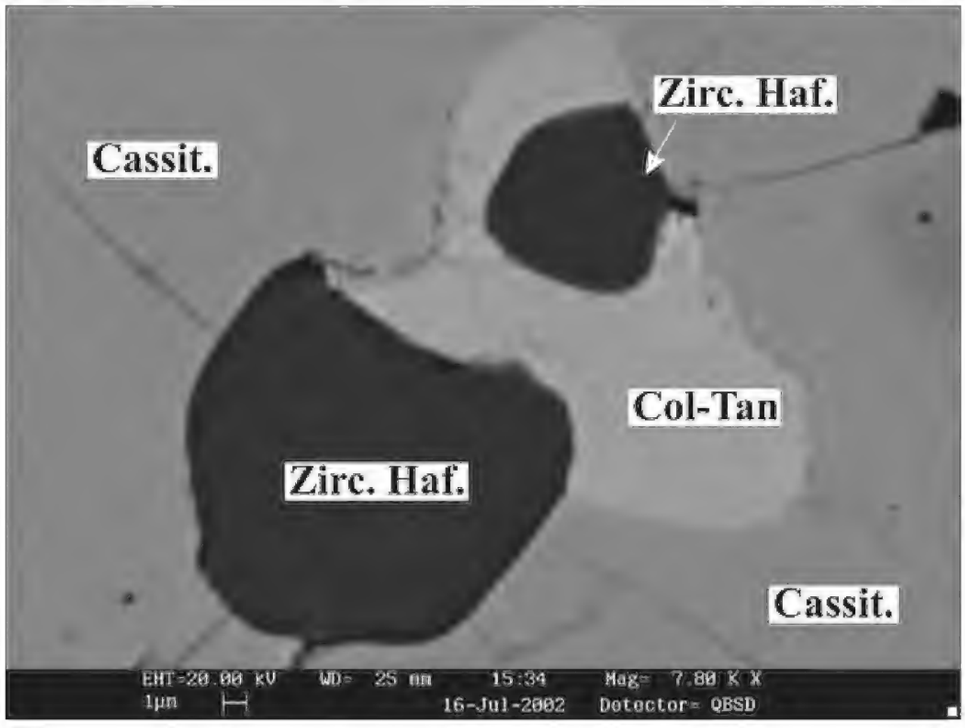


Imagem de elétrons retroespalhados em MEV mostrando: fig5- grão de rutilo rico em nióbio (Nb-rut.) e zircão hafnífero (Zirc. Haf.) hospedados em grão de cassiterita (Cassit.) da drenagem que corta o corpo E, área de Nazareno - São Tiago; fig.6- columbita-tantalita (Col-Tan) e zircão hafnífero (Zirc. Haf.) inclusos em grão de cassiterita (Cassit.) da drenagem do córrego Carioca, área de Ritápolis.

Tabela 2. Inclusões sólidas contidas em grãos de cassiterita de amostras de quatro áreas mineralizadas da Província Pegmatítica de São João del Rei.

Áreas estudadas	Nazareno - São Tiago			Ritápolis			São João del Rei	Coronel Xavier Chaves
Local de amostragem	●	○	■	□	▲	△	◆	◇
Tantalita								x
Columbita-tantalita	x		x		x	x	x	x
Tantalita rica em Mn	x							
Tantalita rica em Pb		x		x	x	x	x	x
Microlita		x	x		x	x		x
Pirocloro			x	x				x
Bariomicrolita			x					x
Zircão				x				
Zircão hafnífero	x	x	x		x	x		x
Hafnão zirconífero		x						
Wodginita			x					
Ferrowodginita			x			x	x	
Esfalerita					x			
Albita					x	x		
Biotita					x			x
Rutilo com Nb		x						

(●) Volta Grande corpo A, (○) Volta Grande corpo E, (■) São Tiago, (□) Mina do Paiol, (▲) Córrego Carioca, (△) Córrego Pernambuco, (◆) Córrego do Cunha, (◇) Córrego do Cascalho Preto.

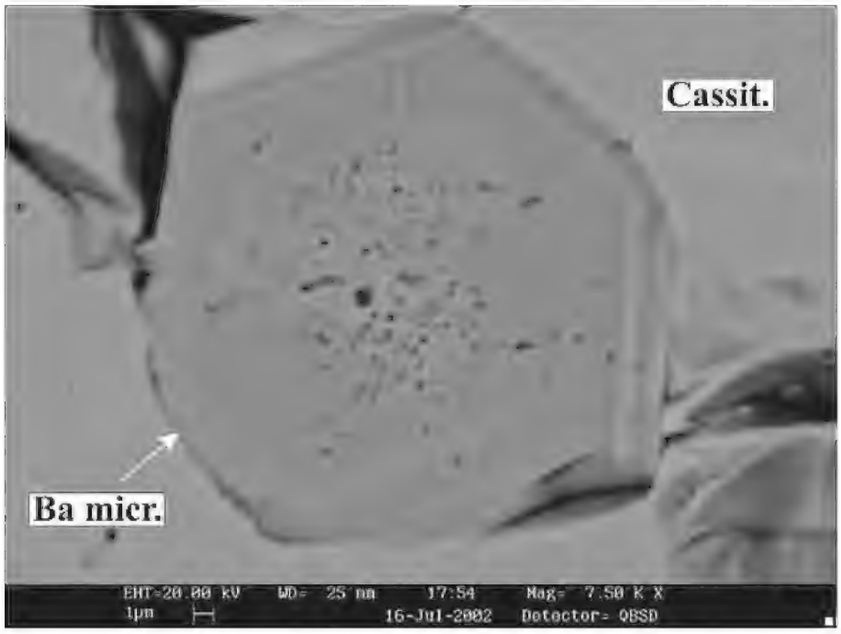


Fig.7. Imagem de elétrons retroespalhados em MEV mostrando bariomicrolita (Ba micr.) hospedada em grão de cassiterita (Cassit.) do Córrego do Cascalho Preto, área de Coronel Xavier Chaves.

Tabela 3. Composição química semiquantitativa (% em peso) por MEV-EDS de wodginita e de ferrowodginita inclusas em grãos de cassiterita de amostras da Província Pegmatítica de São João del Rei.

PROCEDÊNCIA	SEPARATION RAPIDS (CANADÁ) *						NAZARENO - SÃO TIAGO		RITÁPOLIS	SÃO JOÃO DEL REI
LOCAL DE AMOSTRAGEM	---------						■		△	◆
MINERAL	WODGINITA			FERROWODGINITA			WODGINITA		FERROWODGINITA	FERROWODGINITA
Na_2O	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,3	0,1
CaO	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,1	-
TiO_2	0,48	1,24	0,02	1,27	4,17	1,46	0,7	-	1,2	2,7
MnO	7,05	10,12	12,02	1,69	2,15	4,61	6,8	10,5	1,6	3,5
FeO	6,15	2,31	0,47	11,70	12,44	10,53	4,9	-	13,0	10,4
Nb_2O_5	5,34	6,95	7,20	10,26	17,77	13,75	5,8	1,3	18,5	10,4
SnO_2	14,02	15,02	17,56	18,80	10,45	11,55	14,5	16,8	12,0	10,9
Sc_2O_3	0,03	0,03	0,00	0,08	0,46	0,00	-	-	-	-
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Ta_2O_5	62,82	63,66	61,47	55,08	52,42	54,35	67,0	70,8	52,6	60,9
PbO	0,03	0,03	0,02	0,11	0,03	0,10	-	-	0,2	0,3
UO_2	0,09	0,00	0,00	0,13	-	0,02	-	-	-	-
ThO_2	-	-	0,01	0,02	-	-	-	-	-	-
WO_3	3,82	0,22	1,73	1,42	0,00	3,25	-	-	-	-
Total	99,83	99,58	100,50	100,56	99,89	99,62	100,0	99,6	99,5	99,4

(*) Dados compilados de TINDLE, BREAKS & WEBB (1998). Análise via *electron microprobe*. (■) São Tiago, (△) Córrego Pernambuco, (◆) Córrego do Cunha.

Verificou-se, ainda, que é variável a composição química de algumas fases minerais presentes como inclusões nos grãos de cassiterita. Este é o caso da microlita hospedada na cassiterita, que tanto pode apresentar pequenas variações na sua composição química (Fig.9, Tab.4), quanto variar amplamente de área para área (Tab.5). Dessa forma, a inclusão de microlita em cassiterita da amostra da drenagem que corta o corpo E da Mina do Volta Grande, área de Nazareno - São Tiago, se caracteriza pelo conteúdo de Na_2O entre 4,0 e 4,5% em peso, Ta_2O_5 entre 75,6% e 80,4% em peso, Nb_2O_5 < 4,0% em peso e pelas ausências de TiO_2 em todas as análises e de MnO e FeO na grande maioria. A microlita encontrada inclusa nos grãos de cassiterita da amostra do córrego do Cascalho Preto, área de Coronel Xavier Chaves, apresenta teores mais elevados de Nb_2O_5 (15,8% em peso). Em contrapartida, os conteúdos de Ta_2O_5 são os mais baixos, correspondendo em média a 56,4% em peso. As inclusões de microlita em grãos de cassiterita da amostra do Córrego Carioca, área de Ritápolis, destacam-se das demais em razão do conteúdo mais elevado de Fe_2O_3 (8,6% em peso), enquanto as inclusões de microlita da amostra do córrego do Cascalho Preto, área de Coronel Xavier Chaves, destacam-se pelos teores de UO_3 da ordem de 6,0% em peso.

Tabela 4. Composição química (% em peso) por MEV-EDS de um grão de microlita incluso em cassiterita da amostra do pegmatito de São Tiago, área de Nazareno - São Tiago, Província Pegmatítica de São João del Rei. Os números indicam os pontos analisados na imagem da figura 9.

PONTOS DE ANÁLISE	1	2	3	4
Ta_2O_5	73,7	73,1	80,6	79,1
Nb_2O_5	5,1	6,4	2,6	3,2
CaO	15,6	15,1	15,0	15,1
Na_2O	0,7	0,7	0,4	0,5
TiO_2	1,5	1,0	0,4	0,3
MnO	0,2	0,1	0,1	0,3
FeO	---	0,3	---	0,1
SnO_2	2,9	2,3	0,7	0,7
Total	99,7	99,0	99,8	99,3

Tabela 5. Composição química semiquantitativa (% em peso) por MEV-EDS de diversos grãos de microlita inclusos na cassiterita de diferentes áreas da Província Pegmatítica de São João del Rei.

ÁREAS ESTUDADAS	NAZARENO - SÃO TIAGO								RITÁPOLIS			CORONEL XAVIER CHAVES
LOCAL DE AMOSTRAGEM	○					■			▲	△		◇
Na_2O	4,5	4,5	4,0	4,2	4,2	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,6	0,8
CaO	10,2	10,3	10,5	10,5	11,1	15,5	15,3	15,0	12,4	9,9	14,4	15,3
TiO_2	-	-	-	-	-	0,6	0,4	0,4	-	0,2	1,2	1,7
MnO	-	-	-	-	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,6	0,5	0,1
FeO	-	-	5,2	2,6	0,1	-	-	-	8,6	3,9	1,1	0,4
Nb_2O_5	2,2	3,1	2,4	4,0	2,0	5,2	5,0	2,6	7,5	3,2	8,0	15,8
SnO_2	2,0	1,5	2,2	1,0	2,2	2,0	2,0	0,7	1,3	5,0	2,8	2,1
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,3
Ta_2O5	80,4	79,6	75,6	77,4	79,4	76,2	75,4	80,6	69,4	71,4	70,7	56,4
PbO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	-	0,1
UO_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0
Total	99,3	99,0	99,9	99,7	99,3	100,1	98,8	99,8	99,8	99,3	99,3	99,0

(○) Volta Grande corpo E, (■) São Tiago, (▲) Córrego Carioca, (△) Córrego Pernambuco, (◇) Córrego do Cascalho Preto.

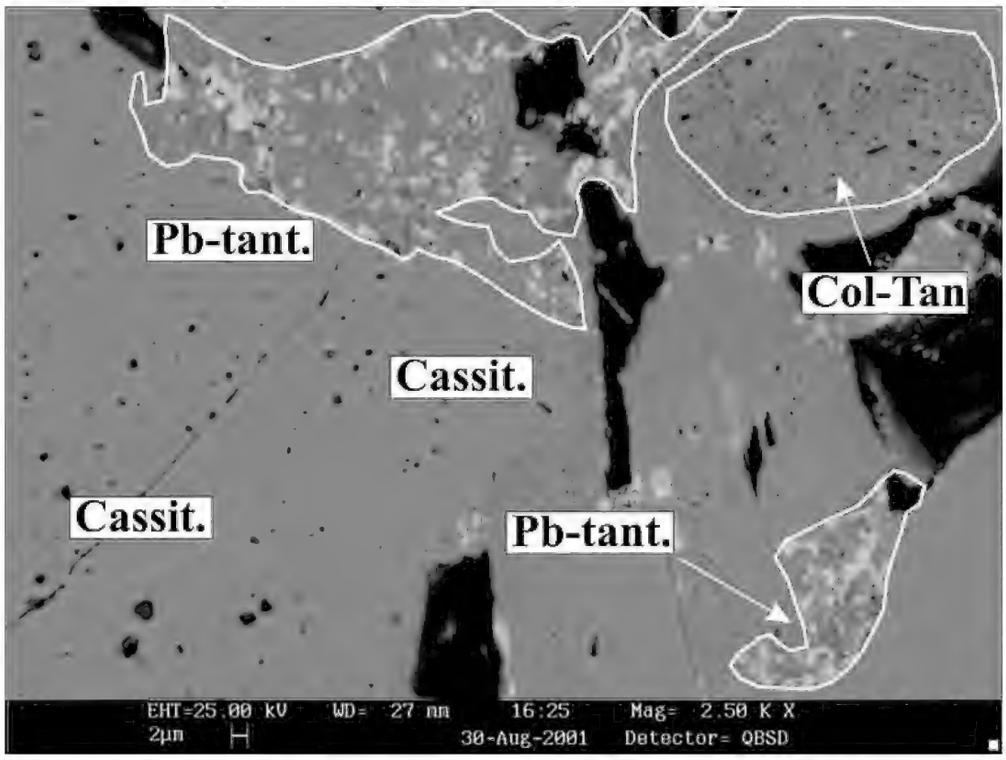


Fig.8. Imagem de elétrons retroespalhados em MEV mostrando inclusões de tantalita rica em Pb (Pb-tant.) e columbita-tantalita (Col-Tan.) presentes em grão de cassiterita (Cassit.) do córrego do Cunha, área de São João del Rei.

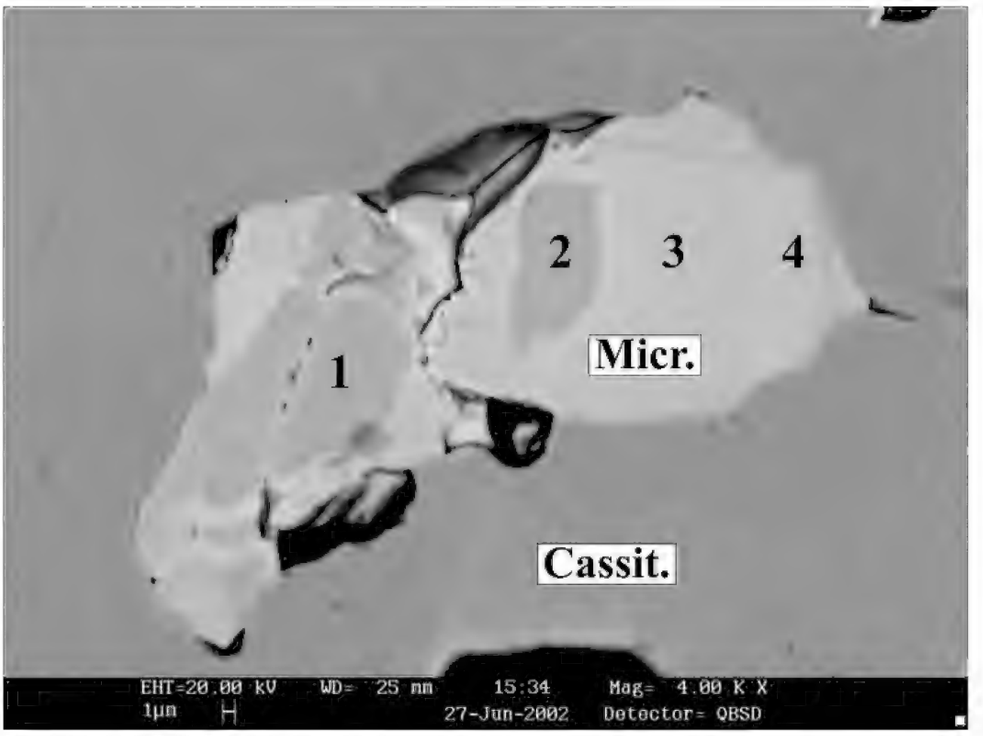


Fig.9- Imagem de elétrons retroespalhados em MEV mostrando microlita (Micr.) inclusa em grão de cassiterita (Cassit.) da amostra do pegmatito de São Tiago, área de Nazareno – São Tiago. As diferentes tonalidades de cinza do grão de microlita estão associadas a variações composicionais do mesmo (vide Tab.4).

Diferenças composicionais também são observadas nas inclusões de pirocloro em grãos de cassiterita do concentrado da Mina do Paiol, área de Ritápolis e do concentrado do córrego do Cascalho Preto, área de Coronel Xavier Chaves (Tab.6), bem como nas inclusões de bariomicrolita em grãos de cassiterita do pegmatito de São Tiago, área de Nazareno - São Tiago e do córrego do Cascalho Preto, área de Coronel Xavier Chaves (Tab.7).

DISCUSSÕES E INTERPRETAÇÕES

GUIMARÃES & BELEZKJI (1956) e HEINRICH (1964) propuseram que a mineralização dos pegmatitos da área estudada no presente trabalho teria transcorrido em dois estágios, sendo o primeiro cálcico-sódico (magmático) e o segundo potássico (hidrotermal). A seqüência paragenética proposta por esses autores considera a formação da cassiterita como relacionada ao estágio magmático (juntamente com espodumênio) e contemporânea a tantalita, enquanto a geração da microlita e da bariomicrolita estaria relacionada a um estágio hidrotermal, que ocasionou a substituição dos minerais formados durante o estágio magmático. Para GUIMARÃES (1950) e GUIMARÃES & BELEZKJI (1956) a cassiterita não incluiria a microlita (djalmaíta). Entretanto, ao contrário do proposto por esses autores, microlita e bariomicrolita foram observadas no presente trabalho como inclusões em grãos de cassiterita de três áreas (Nazareno - São Tiago, Ritápolis e Coronel Xavier Chaves).

No corpo E da Mina do Volta Grande foram identificados zircão hafnífero e hafnão zirconífero inclusos na cassiterita (PEREIRA *et al.*, 2002, 2003). Nesse corpo a lepidolita predomina amplamente sobre o espodumênio, em conseqüência da forte transformação metassomática (RODRIGUES, 1998). Essa proposta se coaduna com as de GUIMARÃES & BELEZKJI (1956) e HEINRICH (1964), que também consideraram a formação da lepidolita como relacionada à fase hidrotermal e originada a partir da substituição do espodumênio. Convém mencionar que no Maciço Central Francês, as bordas metassomatizadas dos pegmatitos graníticos de Chèdeville, ricas em lepidolita, são

fortemente enriquecidas em Zr, Hf e Th, sugerindo uma significativa mobilidade destes elementos no estágio metassomático (RAIMBAULT, 1998). Nos granitos tipo-I e tipo-A de Laoshan, China, ocorrem situações similares, com enriquecimento de Hf nos grãos de zircão formados durante a atividade hidrotermal (WANG *et al.*, 2000). De maneira análoga, pode-se considerar que a maior concentração de Hf e Zr nos corpos da Província Pegmatítica de São João del Rei, também tenha se dado no estágio hidrotermal, o que conseqüentemente permite que se indique uma origem hidrotermal para a cassiterita que hospeda o zircão hafnífero e o hafnão zirconífero.

Admite-se, a partir das relações observadas, que a mineralização de cassiterita da Província Pegmatítica de São João del Rei se estendeu, provavelmente, além do estágio magmático proposto por GUIMARÃES & BELEZKJI (1956) e por HEINRICH (1964), avançando até o estágio hidrotermal. Essa proposta está adequada à hipótese de FRANCESCONI (1972), que considerou a cassiterita do Volta Grande como formada durante um estágio cálcico-sódico.

Ainda com referência à relação paragenética entre os diversos minerais presentes nos pegmatitos da região, pode-se indicar que, ao contrário de GUIMARÃES (1950) que defendeu a co-precipitação da tantalita e cassiterita no pegmatito de Volta Grande, este último mineral é mais tardio que os niobotantalatos (columbita-tantalita, tantalita, tantalita rica em Pb e tantalita rica em Mn), nele inclusos nas quatro áreas estudadas. GUIMARÃES (1950 e 1956) apontou ainda, que a uraniomicrolita formou-se tardiamente no Pegmatito do Volta Grande, já que esta hospeda inclusões de cassiterita.

PEIXOTO & GUIMARÃES (1953), GUIMARÃES (1956) e BELEZKJI (1956) sugeriram que a microlita teria se formado a partir da substituição da tantalita, enquanto HEINRICH (1964) sugeriu que nem toda microlita poderia ser derivada da transformação da tantalita. Segundo CERNÝ & ERCIT (1985), a substituição da columbita-tantalita por microlita é uma feição bastante comum em corpos pegmatíticos. Apesar de não se ter contemplado a microlita com estudos mais aprofundados, pode-se indicar, a partir dos dados obtidos com a análise das inclusões contidas na cassiterita, que pelo menos parte desta é proveniente da substituição da tantalita. Estudos futuros de maior detalhe nestes dois minerais poderão elucidar tal questão.

Tabela 6. Composição química semiquantitativa (% em peso) por MEV-EDS de dois grãos de pirocloro inclusos na cassiterita de diferentes áreas da Província Pegmatítica de São João del Rei.

ÁREAS DE ESTUDO	RITÁPOLIS	CORONEL XAVIER CHAVES
LOCAL DE AMOSTRAGEM	□	◇
CaO	14,8	11,8
TiO_2	1,9	2,1
MnO	-	9,4
FeO	0,6	0,2
Nb_2O_5	66,2	54,2
SnO_2	1,3	1,2
BaO	-	0,5
Ta_2O_5	14,8	19,8
PbO	0,4	-
UO_3	0,2	-
Total	100,2	99,2

(□) Mina do Paiol, (◇) Córrego do Cascalho Preto.

Tabela 7. Composição química semiquantitativa (% em peso) por MEV-EDS de três grãos de bariomicrolita inclusos na cassiterita de diferentes áreas da Província Pegmatítica de São João del Rei.

ÁREAS DE ESTUDO	NAZARENO - SÃO TIAGO		CORONEL XAVIER CHAVES
LOCAL DE AMOSTRAGEM	■		◇
Na_2O	-	0,3	1,2
CaO	0,3	0,4	15,0
TiO_2	1,5	0,7	2,9
MnO	0,1	-	0,2
FeO	-	6,2	-
Nb_2O_5	9,8	4,1	17,8
SnO_2	7,8	3,9	1,5
BaO	11,1	8,5	7,3
Ta_2O_5	67,8	74,8	46,6
PbO	1,0	-	7,4
UO_3	0,3	-	-
TOTAL	99,7	98,9	99,9

(■) São Tiago, (◇) Córrego do Cascalho Preto,

De acordo com FOORD & COOK (1989), a cassiterita derivada de pegmatitos é mais pura e contém menos microinclusões do que a de outras rochas. Com referência ao número de inclusões, essa observação é comum a diversos jazimentos pegmatíticos mundiais (MURCIEGO, GARCIA-SANCHES & MARTINS-POZAS, 1987; SUWIMONPRECHA, CERNÝ & FRIEDRICH, 1995; NEIVA, 1996). Não é o caso, porém, da cassiterita dos pegmatitos da suíte Fe-petalita de Separation Rapids, Canadá (TINDLE & BREAKS, 1998) e dos pegmatito de Sinceni, Suazilândia (TRUMBULL, 1995). Do mesmo modo, a cassiterita relacionada à Província Pegmatítica de São João del Rei também parece constituir uma exceção à referida proposta, pois a quantidade e a diversidade de microinclusões contidas em seus grãos são bastante significativas.

CONCLUSÕES

As inclusões de zircão hafnífero e hafnão zirconífero na cassiterita apontam para a cristalização desta no estágio hidrotermal de evolução dos corpos pegmatíticos, visto que o enriquecimento em Hf está normalmente relacionado à atividade hidrotermal-metassomática. Admitindo-se que a microlita e bariomicrolita tenham sido formadas no estágio hidrotermal, propõe-se que a cassiterita que possui inclusões destes minerais também está associada a esse estágio.

Admite-se, ainda, que a geração de cassiterita nos corpos da Província Pegmatítica de São João del Rei está relacionada à pelo menos dois estágio: magmático, proposto por GUIMARÃES (1950), GUIMARÃES & BELEZKJI (1956) e HEINRICH (1964); e hidrotermal, a partir dos dados aqui apresentados.

Ainda em relação a paragênese das mineralizações pegmatíticas da presente província, indica-se que as inclusões de columbita-tantalita, tantalita, tantalita rica em Pb e tantalita rica em Mn hospedadas na cassiterita apontam para o caráter tardio desta, em relação aos niobotantalatos.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Daniel Atencio (Universidade de São Paulo), pela leitura e sugestões ao manuscrito, e aos revisores anônimos, pelas discussões e correções apontadas. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ – proc.170.023/ 2003 para C.A.Ávila) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, C.A., 1992. **Geologia, petrografia e geoquímica das rochas Pré-Cambrianas (Unidade Metadiorítica Ibitutinga e Unidade Metatrondhjemítica Caburu) intrusivas nas rochas do Greenstone Belt Barbacena, São João del Rei, Minas Gerais**. Rio de Janeiro. 265p. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ÁVILA, C.A., 2000. **Geologia, petrografia e geocronologia de corpos plutônicos Paleoproterozóicos da borda meridional do Cráton São Francisco, região de São João Del Rei, Minas Gerais**. Rio de Janeiro. 401p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ÁVILA, C.A.; VALENÇA, J.G.; MOURA, C.A.V.; RIBEIRO, A. & PACIULLO, F.V., 1998. Idades $^{207}Pb/^{206}Pb$ em zircões de corpos metaplutônicos da região de São João Del Rei, borda sul do Cráton do São Francisco, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 40., Belo Horizonte. **Boletim de Resumos**, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.75-78.

ÁVILA, C.A.; DUTRA, D.C.; VALENÇA, J.G.; KLEIN, V.; RIBEIRO, A. & RAMOS, R.R.C., 1999. Suíte Serrinha: geoquímica das rochas sub-vulcânicas félsicas presentes na região de São João Del Rei, Minas Gerais. In: CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 5., e CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 8., Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos Expandidos**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geoquímica, v.1, p.440-444.

ÁVILA, C.A.; VALENÇA, J.G.; MOURA, C.A.V.; KLEIN, V.C. & PEREIRA, R.M., 2003. Geoquímica e idade do Tonalito-Trondhjemito Cassiterita, borda meridional do Cráton São Francisco, Minas Gerais. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, **61**(4):267-284.

ÁVILA, C.A.; TEIXEIRA, W. & PEREIRA, R.M., 2004. Geologia e petrografia do Quartzo Monzodiorito Glória, Cinturão Mineiro, porção sul do Cráton São Francisco, Minas Gerais. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, **62**(1):83-98.

BELEZKJI, V., 1956. Mineralização tantalo-estanífera e uranífera do município de São João del Rei, Minas Gerais. **Boletim do Departamento Nacional Produção Mineral – Departamento de Fomento a Produção Mineral**, Rio de Janeiro, **99**:1-42.

CERNÝ, P. & ERCIT, T.S., 1985. Some recent advances in the mineralogy and geochemistry of Nb and Ta in rare-element granitic pegmatites. **Bulletin de Minéralogie**, Paris, **108**(4):499-532.

COELHO, I.S., 1942. Ocorrência de cassiterita em São João del Rei. **Mineração e Metalurgia**, Rio de Janeiro, **6**(36):288-289.

ENDO, I., 1997. **Regimes tectônicos do Arqueano e Proterozóico no interior da Placa Sanfranciscana: Quadrilátero Ferrífero e áreas adjacentes, Minas Gerais**. São Paulo. 243p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

FOORD, E.E. & COOK, R.B., 1989. Mineralogy and paragenesis of the McAllister Sn-Ta-bearing pegmatite, Coosa County, Alabama. **Canadian Mineralogist**, Ottawa, **27**(1):93-105.

FRANCESCONI, R., 1972. **Pegmatitos da Região de São João del Rei – MG**. São Paulo. 101p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

GUIMARÃES, D., 1950. A jazida de djalmaíta de Volta Grande, Rio das Mortes, Minas Gerais. **Anais da Academia brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **22**(1):51-71.

GUIMARÃES, D., 1956. Concentrados estaníferos do município de São João del Rei, Minas Gerais. **Boletim do Departamento Nacional Produção Mineral – Departamento de Fomento a Produção Mineral**, Rio de Janeiro, **99**:43-72.

GUIMARÃES, D. & BELEZKJI, V., 1956. The stano-tantalo-uraniferous deposits and occurrences in the region of São João Del Rei, Minas Gerais, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE PEACEFUL USES OF ATOMIC ENERGY. **Proceeding**, Genebra, v.6, p.143-146.

GUIMARÃES, D. & GUEDES, S.V., 1944. Nota preliminar sobre a região estanífera de São João Del Rei, Minas Gerais. **Avulso do Departamento Nacional Produção Mineral – Departamento de Fomento a Produção Mineral**, Rio de Janeiro, **58**:13-26.

HEINRICH, E. Wm., 1964. Tin – tantalum – lithium pegmatites of the São João del Rei District, Minas Gerais, Brazil. **Economic Geology**, Lancaster, **59**(6):982-1002.

LAGACHE, M. & QUÉMÉNEUR, J.J.G., 1997. The Volta Grande pegmatites, Minas Gerais, Brazil: An example of rare-element granitic pegmatites exceptionally enriched in lithium and rubidium. **Canadian Mineralogist**, Ottawa, **35**(1):153-165.

MURCIEGO, A.; GARCIA-SANCHES, A. & MARTIN-POZAS, J.M., 1987. Microinclusiones de cassiteritas de distintos tipos de yacimientos del centro-oeste de Espanã. **Cuadernos do Laboratorio Geologico de Laxe**, Corunã, **12**(3):273-288.

NOCE, C.M.; MACHADO, N. & TEIXEIRA, W., 1998. U/Pb Geochronology of gnaisses and granitoids in the Quadrilátero Ferrífero (southern São Francisco Craton): age constraints for Archean and Paleoproterozoic magmatism and metamorphism. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, **28**(1):95-102.

NEIVA, A.M.R., 1996. Geochemistry of cassiterite and its inclusions and exsolution products from tin and tungsten deposits in Portugal. **Canadian Mineralogist**, Ottawa, **34**(4):745-768.

PEDROSA SOARES, A.C.; DARDENNE, M.A.; HASUY, I.; CASTRO, F.D.C.; CARVALHO, M.V.A. & REIS, A.C., 1994. **Mapa geológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: COMIG. (escala 1:1.000.000)

PEIXOTO, F. & GUIMARÃES, D., 1953. Problemas de geocronologia. **Publicação da Escola de Engenharia do Instituto de Pesquisas Radioativas**, Belo Horizonte, **1**:1-35.

PEREIRA, R.M.; ÁVILA, C.A.; NEUMANN, R.; NETTO, A.M. & ATENCIO, D., 2002. Hafnão zirconífero e zircão hafnífero na área da mina do Volta Grande, Província Pegmatítica de São João del Rei, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., João Pessoa. **Anais**, João Pessoa: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.605.

PEREIRA, R.M.; ÁVILA, C.A.; NEUMANN, R.; NETTO, A.M. & ATÊNCIO, D., 2003. Bordas de hafnão zirconífero em zircão hafnífero da mina do Volta Grande, Província Pegmatítica de São João del Rei, Minas Gerais, Brasil. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série Geologia**, Rio de Janeiro (69):1-14.

PIRES, F.R.M. & PIRES, H.L., 1992. Regional Zoning in the São João Del Rei Pegmatite District and Its Relation With The collisional Santa Rita Granite, Minas Gerais, Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 37., São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.269-272.

PIRES, F.R.M. & PORTO JÚNIOR, R., 1986. A mineralização de Sn-Ta-Nb-Li e o Granito Santo Rita, São João Del Rey, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 34., Goiânia. **Anais**, Goiânia: Sociedade Brasileira de Geologia, v.5, p.2023-2034.

QUÉMÉNEUR, J.J.G., 1987. Petrography of the pegmatites from Rio das Mortes valley, southeast Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, **17**(4):595-600.

QUÉMÉNEUR, J.J.G. & BARAUD, E.R., 1983. Estrutura do embasamento Arqueano e geologia econômica da área pegmatítica de São João Del Rei - MG. In: SIMPÓSIO GEOLOGIA MINAS GERAIS, 2., Belo Horizonte. **Anais**, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Minas Gerais, v.1, p.449-460.

RAIMBAULT, L., 1998. Composition of complex lepidolite-type granitic pegmatites and of constituent columbite-tantalite, Chedeville, Massif Central, France. **Canadian Mineralogist**, Ottawa, **36**(2):563-583.

RIBEIRO, A.; TROUW, R.A.J.; ANDREIS, R.R.; PACIULLO, F.V.P. & VALENÇA, J.G., 1995. Evolução das bacias Proterozóicas e o termo -tectonismo brasiliano na margem sul do Craton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, **25**(4):235-248.

RIBEIRO, A.; ÁVILA, C.A.; VALENÇA, J.G.; PACIULLO, F.V.P.; TROUW, R.A.J., 2003. Geologia da Folha São João del Rei (1:100.000). In: PEDROSA-SOARES, A.C.; NOCE, C.M.; TROUW, R.A.J. & HEILBRON, M. (Eds.) **Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro**. Belo Horizonte: Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG. v.3, p.1-101.

RODRIGUES, I.J., 1998. **Efeitos metassomáticos nos pegmatitos litiníferos de Volta Grande, Nazareno, Minas Gerais**. Rio de Janeiro. 143p. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ROLFF, P.A.M.A., 1947. A província estanífera do Rio das Mortes, Minas Gerais. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, **12**(3):25-28.

ROLFF, P.A.M.A., 1948. A Província Estanífera do Rio das Mortes. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, **13**(3):5-10 e 20.

ROLFF, P.A.M.A., 1952. Geologia da província Estanolitinífera do Rio das Mortes. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, **17**(6):3-12 e 39-40.

SUWIMONPRECHA, P.; CERNÝ, P. & FRIEDRICH, G., 1995. Rare metal mineralization related to granites and pegmatites, Phuket, Thailand. **Economic Geology**, Lancaster, **90**(3):603-615.

TINDLE, A.G. & BREAKS, F.W., 1998. Oxide minerals of the Separation Rapids granitic pegmatitic group, northwestern Ontario. **Canadian Mineralogist**, Ottawa, **36**(2):609-635.

TINDLE, A.G.; BREAKS, F.W. & WEBB, P.C., 1998. Wodginite group minerals from the Separation Rapids rare-element granitic pegmatite group, northwestern Ontario. **Canadian Mineralogist**, Ottawa, **36**(2):637-658.

TOLEDO, C.L.B., 2002. **Evolução geológica das rochas máficas e ultramáficas no *Greenstone Belt* Barbacena, na região de Nazareno, MG**. Campinas. 307p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Departamento de Metalogênese e Geoquímica, Universidade Estadual de Campinas.

TRUMBULL, R.B., 1995. Tin mineralization in the Archean Sinceni rare-element pegmatite field, Kaapvaal Craton, Swaziland. **Economic Geology**, Lancaster, **90**(3):648-657.

WANG, R.C.; ZHAO, G.T.; LU, J.J.; CHEN, X.M.; XU, S.J. & WANG, D.Z., 2000. Chemistry of Hf-rich zircons from the Laoshan I- and A-type granites, eastern China. **Mineralogical Magazine**, London, **64**(5):867-877.

INSTRUÇÕES PARA AUTORES

O conteúdo dos artigos é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)

1- O MUSEU NACIONAL/UFRJ edita, nas áreas das Ciências Naturais e Antropológicas:

Arquivos do Museu Nacional (ISSN 0365-4508); *Publicações Avulsas do Museu Nacional* (ISSN 0100-6304); *Relatório Anual do Museu Nacional* (ISSN 0557-0689); *Boletim do Museu Nacional, Nova Série – Antropologia* (ISSN 0080-3189), *Botânica* (ISSN 0080-3197), *Geologia* (ISSN 0080-3200) e *Zoologia* (ISSN 0080-312X); *Série Livros* (ISBN 85-7427). Indexadas nas bases de dados: Biological Abstracts, ISI - Thomson Scientific, Ulrich's International Periodicals Directory, Zoological Record, NISC Colorado, Periodica e C.A.B. International.

2- Os originais devem ser apresentados em três vias, em papel A4, espaço duplo, em uma só face do papel, bem como em disquete no programa Word for Windows, em fonte Times New Roman (corpo 12), sem qualquer tipo de formatação. Os manuscritos podem ser encaminhados em português ou inglês (outro idioma ficará a critério da Comissão Editorial). Os termos estrangeiros no texto deverão ser grafados em itálico.

3- Os textos deverão ser precedidos de identificação do autor (nome e instituição de vínculo com endereço completo).

4- Deverão constar Resumo e Abstract, juntamente com título e palavras-chave em português e inglês.

5- As ilustrações, designadas no texto como figura (Fig.1, Fig.2, etc.), deverão conter escalas com as unidades abreviadas (legendas à parte). Digitalizadas e salvas individualmente em arquivos com a extensão JPG/JPEG (inclusive quando apresentadas em pranchas).

6- As citações no texto devem ser indicadas pelo sistema autor-data que compreende o sobrenome do(s) autor(es), em caixa alta, seguido do ano de publicação do documento, separado por vírgula e entre parêntese. Ex.: (PEREIRA, 1996).

7- As referências bibliográficas (adaptadas das normas da ABNT) deverão ser apresentadas no final do texto, em ordem alfabética única dos autores.

Livro:

LIMA, D.A., 1982 – Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, G.T. (Ed.) **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press. p.245-251.

Periódico:

MORA, O.A., SIMÕES, M.J. & SASSO, W.S., 1987 – Aspectos ultra-estruturais dos fibroblastos durante a regressão da cauda dos girinos. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **47**(4):615-618, figs.1-2.

Trabalhos apresentados em encontros científicos:

VENTURA, P.E.C., 1985 – Avifauna de Morro Azul do Tinguá, Miguel Pereira, Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12., Campinas. **Resumos...**, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, p.273.

Documentos disponíveis na internet:

POMERANCE, R., 1999 – **Coral mortality, and global climate change**. Disponível em: <http://www.gov/topical/global/envinon/99031002.htm>. Acesso em: 18 abr. 1999.

8- Serão fornecidos ao(s) autor(es) 50 (cinqüenta) exemplares por artigo.

9- A correspondência editorial e os artigos deverão ser enviados para:
Comissão de Publicações
Museu Nacional/UFRJ
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão
20940-040 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Tels.: (0xx21) 2568 1347 – ramal 22
E-mail: <compubli@mn.ufrj.br>

MUSEU NACIONAL
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão
20940-040 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Impresso na Gráfica da UFRJ

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.62, n.3, jul./set.2004
ISSN 0365-4508

SUMÁRIO / CONTENTS

NOTA / NOTE

ARTIGOS ORIGINAIS / ORIGINAL ARTICLES

ZOOLOGIA / ZOOLOGY

Descrição da vocalização e do girino de *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994, com notas sobre a morfologia de adultos (Amphibia, Anura, Leptodactylidae).
Description of the vocalization and tadpole of *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994, with notes on adult morphology (Amphibia, Anura, Leptodactylidae).
E.G.PEREIRA & L.B.NASCIMENTO 233

Descrição do girino e vocalização de *Scinax pachycrus* (Miranda-Ribeiro, 1937) (Amphibia, Anura, Hylidae).
Description of the tadpole and advertisement call of *Scinax pachycrus* (Miranda-Ribeiro, 1937) (Amphibia, Anura, Hylidae).
M.C.L.CARNEIRO, P.S.MAGALHÃES & F.A.JUNCÁ 241

Duas novas espécies de *Hyla* do grupo de *H. polytaenia* Cope, 1870 do sudeste do Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae).
Two new species of *Hyla* of the *H. polytaenia* group from southeastern Brazil (Amphibia, Anura, Hylidae).
U.CARAMASCHI & C.A.G.CRUZ 247

Revisão das espécies do grupo de *Bufo crucifer*, com descrições de duas espécies relacionadas (Amphibia, Anura, Bufonidae).
Review of the *Bufo crucifer* species group, with descriptions of two new related species (Amphibia, Anura, Bufonidae).
F.A.BALDISSERA JÚNIOR, U.CARAMASCHI & C.F.B.HADDAD 255

PALEONTOLOGIA / PALEONTOLOGY

Icnofósseis da Formação Pimenteira (Devoniano da Bacia do Parnaíba), Município de Miranorte, Estado do Tocantins, Brasil.
Trace fossils from the Pimenteira Formation (Devonian of Parnaíba Basin) from Miranorte, State of Tocantins, Brazil.
L.M.S.A.CORRÊA, S.AGOSTINHO, A.C.S.FERNANDES & P.M.VIEIRA 283

Um novo peixe euteleósteo do Cretáceo Inferior da Bacia do Tucano, Nordeste do Brasil.
A new euteleostean fish from the Lower Cretaceous of Tucano Basin, North-Eastern Brazil.
F.J.FIGUEIREDO 293

Sobre uma seqüência de vértebras sacrocaudais de um dinossauro terópode da Formação Santana, Cretáceo Inferior, Nordeste do Brasil.
On a sequence of sacrocaudal theropod dinosaur vertebrae from the Lower Cretaceous Santana Formation, Northeastern Brazil.
J.S.BITTENCOURT & A.W.A.KELLNER 309

GEOLOGIA / GEOLOGY

Estudo mineralógico e químico da cassiterita e de suas inclusões sólidas: implicação com a paragênese das mineralizações da Província Pegmatítica de São João del Rei, Minas Gerais, Brasil.
Mineralogical and chemical studies of cassiterite and its solid inclusions: relationship with the mineral paragenesis from the São João del Rei Pegmatite Province, Minas Gerais, Brazil.
R.M.PEREIRA, C.A.ÁVILA & R.NEUMANN 321

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The authors are totally responsible for the content of the texts

1 - The MUSEU NACIONAL/UFRJ publishes reports of original scientific research in the field of Natural and Anthropological Sciences in the following publications: *Arquivos do Museu Nacional* (ISSN 0365-4508); *Publicações Avulsas do Museu Nacional* (ISSN 0100-6304); *Relatório Anual do Museu Nacional* (ISSN 0557-0689); *Boletim do Museu Nacional, Nova Série – Antropologia* (ISSN 0080-3189), *Botânica* (ISSN 0080-3197), *Geologia* (ISSN 0080-3200) and *Zoologia* (ISSN 0080-312X); *Série Livros* (ISBN 85-7427). All are indexed in the following data base: Biological Abstracts, ISI - Thomson Scientific, Ulrich's International Periodicals Directory, Zoological Record, NISC Colorado, Periodica and C.A.B. International.

2- The manuscript must be submitted in three high-quality copies, printed on one side of A4 paper, double-spaced, font Times New Roman (12), together with an electronic version (Word for Windows) not formatted. The manuscripts can be submitted in Portuguese or English (for other languages consult the Editorial Board). All foreign expressions have to be italicized.

3- The text has to be preceded by the identification of the author (name, institutional affiliation, and complete address).

4- An abstract followed by the title and key works in both languages have to be provided in English and Portuguese.

5- All illustrations, designated in the text as figure (Fig.1, Fig.2, etc.), must have scale bars. Titles or captions must be typed apart. Illustrations should be digitalized in JPG/JPEG format.

6- All citations must indicate author and year of publication, with the author(s') last name(s) in upper case followed by the publications date of the cited document, separated by a comma and in brackets; i.e.: (PEREIRA, 1996).

7- The references must be presented at the end of the text in alphabetical order, as follows (adapted from the ABTN regulations):

Books/chapters in books:
LIMA, D.A., 1982 – Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, G.T. (Ed.) **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press. p.245-251.

Periodicals:
MORA, O.A.; SIMÕES, M.J. & SASSO, W.S., 1987 – Aspectos ultra-estruturais dos fibroblastos durante a regressão da cauda dos girinos. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **47**(4):615-618, figs.1-2.

Papers published in scientific meetings:
VENTURA, P.E.C., 1985 – Avifauna de Morro Azul do Tinguá, Miguel Pereira, Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12., Campinas. **Resumos...**, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, p.273.

Documents obtained at the internet:
POMERANCE, R., 1999 – **Coral mortality, and global climate change**. Available: <http://www.gov/topical/global/envinon/99031002.htm>. Captured on 18 abr. 1999.

8- A total of 50 (fifty) copies, per article, are offered free of charge for the author(s).

9- All correspondence and manuscripts must be sent to the following address:
Comissão de Publicações
Museu Nacional/UFRJ
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão
20940-040 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Tels.: (0xx21) 2568 1347 ramal 22
E-mail: <compubli@mn.ufrj.br>